



# Die Region voller Energie

Masterplan für das Cluster Energietechnik  
Berlin-Brandenburg



## Impressum

**Herausgeber:** Clustermanagement Energietechnik Berlin-Brandenburg  
c/o Wirtschaftsförderung Land Brandenburg GmbH, Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie GmbH

**Redaktion:** i-vector Innovationsmanagement GmbH  
Clustermanagement Energietechnik Berlin-Brandenburg  
Redaktionsschluss 20. November 2017

**Gestaltung:** mdsCreative

**Bildnachweis:** Titelbild: © psdesign1 - Fotolia

## Zusammenfassung

Der im Jahr 2012 erstmals veröffentlichte und nunmehr fortgeschriebene Masterplan Energietechnik Berlin-Brandenburg fokussiert heute 24 Innovationsfelder, die technologische Entwicklungen mit der Energieanwendung verbinden. Die aufgeführten Technologiefelder repräsentieren besondere wirtschaftliche und wissenschaftliche Kompetenzen der Region. Als wesentliche Anwendungsbereiche sind industrielle Prozesse, intelligente Gebäude, Quartiere und Industriearale, die Energieinfrastruktur für Mobilität sowie die Energieerzeugung an sich identifiziert worden. Ein Schwerpunkt der Innovationsfelder liegt auf den Energienetzen und -speichern. Zentrale Bedeutung haben dabei Fragen der Netzoptimierung und der Systemdienstleistungen sowie die Integration der erneuerbaren Energien. Einen weiteren Schwerpunkt bildet die Energieeffizienz in Gebäuden, Quartieren und Industriearalen, wobei eine enge Verzahnung mit anderen Innovationsfeldern im Sinne einer zunehmenden Systemvernetzung sowie des Smart-City-Ansatzes stattfindet.

Die einzelnen Innovationsfelder sind in einem hohen Maße miteinander verbunden und lassen sich untereinander nicht immer scharf abgrenzen, sodass die gezeigte Verortung nicht eindeutig sein kann. Die heutige Zuordnung

wird in regelmäßigen Abständen im Sinne eines lebenden Dokuments überprüft und aktualisiert, um die dynamischen Entwicklungen in den einzelnen Innovationsfeldern abzubilden. Die Themenüberschneidungen mit anderen Branchen und Clustern führt zur Notwendigkeit eines intensiven Austausches der jeweiligen Clustermanager für eine kontinuierliche Fortschreibung der Inhalte.

Als zentrales Thema durchdringt die Digitalisierung alle Technologie- und Anwendungsfelder sowie alle Branchen. Es finden derzeit tiefgreifende Veränderungen in der Technologie, der Anwendung und den Unternehmen statt, die Chancen und Potenziale bieten, aber auch ein Neuorientieren erfordern.

Für die Wirtschaftsförderung der Länder Berlin und Brandenburg werden sich aus diesen Schwerpunkten im Zusammenwirken mit den Clusterakteuren neue Schaufensterprojekte ableiten lassen. Die Akteure aus Wirtschaft und Wissenschaft werden eine zielgerichtete Unterstützung erfahren und erhalten durch diese Themenfokussierung eine Orientierung.

## Management Summary

The updated Master Plan for Energy Technology focuses on 24 fields of innovation that link technological developments with the use of energy applications. The technological fields cited represent particularly strong areas of economic and scientific competence in the Berlin-Brandenburg region. The salient areas of application identified in this context are industrial processes, intelligent buildings and neighborhoods, energy infra-structure for mobility, as well as the supply of energy itself.

When it comes to energy-supply applications, the fields of innovation assign a high priority to energy networks and energy-storage systems. Particularly important in this context are intelligent grid management, ancillary system services for grids, as well as the integration of renewable energies. Another key aspect concerns energy efficiency in buildings and urban and industrial neighborhoods; this is closely interwoven with other fields of innovation with a view to achieving ever-closer inter-system networking and realizing the “Smart Cities” vision of the future.

The various fields of innovation overlap with each other to a considerable extent and thus cannot always be delineated clearly, and therefore the lines of demarcation presented

should not be taken too literally. The present classification scheme will be reviewed at periodic intervals and updated to reflect the dynamic trend of developments. The sharing of topics among industries and clusters means that the respective cluster managers will have to communicate intensively with one another to ensure that their agendas are kept continually up-to-date.

One crucial, overarching theme throughout will be the progressive digitalization of all technological and application fields as well as all industries. We are presently witnessing far-reaching changes in technologies and their applications as well in the respective business enterprises that deal with them – changes that will entail new opportunities and potentials, but that will also require adaptive reorientation.

When it comes to fostering the economies of the German federal states of Berlin and Brandenburg, these focal areas, when addressed in synergy with the stakeholders from the various clusters, will serve as a basis for deriving new, showcase projects. In the process, the key players in the commercial and scientific sectors will receive targeted support and will be able to use the topical focal points presented as a road map for their own efforts.

# Inhalt

<b>Impressum</b>	<b>III</b>
<b>Zusammenfassung</b>	<b>IV</b>
<b>Management Summary</b>	<b>V</b>
<b>Inhalt</b>	<b>VI</b>
<b>1 Einleitung und Rahmenbedingungen</b>	<b>7</b>
1.1 Aufgaben des Masterplans – Notwendigkeit der Fortschreibung	7
1.2 Übergeordnete Zielsetzungen und politische Rahmenbedingungen	9
<b>2 Cluster Energietechnik Berlin-Brandenburg</b>	<b>10</b>
2.1 Funktion des Clusters	10
2.2 Zielsetzung des Clusters	10
2.3 Arbeitsweise des Clusters	11
2.4 Das Cluster Energietechnik heute	12
<b>3 Technologie- und Anwendungsfeldmatrix (Clustermatrix)</b>	<b>14</b>
<b>4 Technologiefelder</b>	<b>18</b>
4.1 Erneuerbare Energien	18
4.2 Energienetze und -speicher	22
4.3 Energieeffizienz	27
4.4 Turbomaschinen und Kraftwerkstechnik	28
<b>5 Anwendungs-/Wertschöpfungsfelder und TOP-Innovationsthemen</b>	<b>32</b>
5.1 Digitale Technologien, Prozesse und Geschäftsmodelle	33
5.2 Anwendungs-/Wertschöpfungsfeld Energieerzeugung	35
5.3 Anwendungs-/Wertschöpfungsfeld Industrielle Prozesse	39
5.4 Anwendungs-/Wertschöpfungsfeld Intelligente Gebäude, Quartiere und Industrieareale	41
5.5 Anwendungs-/Wertschöpfungsfeld Energieinfrastruktur für Mobilität	44
<b>6 Integrativthemen</b>	<b>48</b>
6.1 Fachkräftesicherung	48
6.2 Internationalisierung	49
<b>7 Fazit/Ausblick</b>	<b>50</b>
<b>Anhang</b>	<b>51</b>

## Einleitung und Rahmenbedingungen

Die Energiewirtschaft steht im Spannungsfeld zwischen den Marktmechanismen und dem einhergehenden Gebot der Wirtschaftlichkeit für die einzelnen Marktteilnehmer sowie den regulatorischen Vorgaben, die von der Politik gestaltet werden. Ebenso wirken im Innovationscluster Energietechnik Einflüsse aus unterschiedlichen Richtungen. Neue Erkenntnisse und Entwicklungen führen zu technologiegetriebenen Lösungen für den zukünftigen Einsatz in der Energiewirtschaft (Bottom-up-Entwicklungen). Die Umsetzung der Energiewende verlangt die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien sowie Lösungen zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emission und des Endenergieverbrauchs (Top-down-Ziele). Gleichzeitig ermöglichen die Entwicklungen der Digitalisierung und Dezentralisierung den Unternehmen und auch den Bürgern eine vermehrt aktive Rolle in der Auswahl und Nutzung unterschiedlichster energiebezogener Leistungen (Wohnen, Mobilität, Konsum). In der Schnittmenge dieser Bereiche werden **Innovationen** sichtbar und können sich im weiteren Verlauf zu wirtschaftlich tragfähigen Produkten und Leistungen entwickeln. Die übergeordnete Aufgabe in diesem Spannungsfeld besteht nun darin, zum einen die **wissenschaftlich-technologische Kompetenz** in der Region zu entwickeln, um langfristig handlungs- und wettbewerbsfähig zu bleiben. Zum anderen sind Innovationspotenziale zu identifizieren und zu fördern, damit anwendungsbezogene Lösungen entwickelt und in den Markt gebracht werden. Aus dem Zusammenwirken der Einflüsse in diesem Prozess können wiederum Hinweise zur weiteren Gestaltung des regulatorischen Rahmens abgeleitet werden.

Mit dieser **Fortschreibung des Masterplans Energietechnik** werden mittel- bis langfristig wirkende Innovationsthemen mit Relevanz für die Region Berlin-Brandenburg

benannt. Diese stehen im Kontext der Ziele und Maßnahmen des Berliner Energie- und Klimaschutzprogramms 2030 (BEK 2030) und der Brandenburger Energiestrategie 2030, deren inhaltliche Bezüge in der Anlage 1 dieses Papiers dargestellt werden, und ermöglichen bzw. eröffnen neue Lösungen und Handlungsoptionen. Die inhaltliche Struktur ist so angelegt, dass sie anschlussfähig ist an den bisherigen Masterplan mit den bislang existierenden Handlungsfeldern einschließlich der in umfangreichen Vorarbeiten identifizierten Technologiefelder.

Aufgrund der Dynamik, insbesondere in den Innovationsfeldern, ist der Masterplan Energietechnik als lebendiges Dokument zu verstehen, das in regelmäßigen Abständen überprüft und aktualisiert wird.

### 1.1 Aufgaben des Masterplans – Notwendigkeit der Fortschreibung

Der Masterplan als strategische Arbeitsgrundlage des Clusters Energietechnik Berlin-Brandenburg fasst die Handlungsschwerpunkte der im Cluster vertretenen Akteure zusammen und reflektiert sie mit Vorschlägen zur Gestaltung und Fokussierung der zukünftigen gemeinsamen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten. Mit dem Masterplan wird das Ziel verfolgt, aktuell und künftig relevante **technologische** und **anwendungsbezogene Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationsthemen** der Akteure aus Wirtschaft und Wissenschaft zu identifizieren, um ein strukturiertes und abgestimmtes Handeln im Rahmen der Gemeinsamen Innovationsstrategie der Länder Berlin und Brandenburg (innoBB) zu ermöglichen.



Abbildung 1: Prozess der Fortschreibung des Masterplans Energietechnik; Quelle: eigene Darstellung i-vector

Die technologischen Themen fokussieren dabei auch die nationalen und regionalen energiepolitischen Zielsetzungen, insbesondere die Senkung von CO<sub>2</sub>-Emissionen in Gewerbe und Haushalten, die Reduzierung des Endenergieverbrauchs und eine Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien. Sie weisen dabei eine hohe inhaltliche Konvergenz mit der Energiestrategie 2030 des Landes Brandenburg und dem Berliner Energie- und Klimaschutzprogramm 2030 auf.

Seit Veröffentlichung des ersten Masterplans Energietechnik im Jahr 2012 haben sich die regionalen und nationalen regulatorischen Rahmenbedingungen, die Marktbedingungen der Energiewirtschaft und die technischen Möglichkeiten verändert und es wurden neue Forschungsschwerpunkte etabliert. Energie ist Teil einer vernetzten, smarten Stadt und Region, deren Fahrzeuge neben fossilen Kraftstoffen zunehmend über Strom angetrieben werden, deren Fabriken und Betriebe einen hohen internen und externen Vernetzungsgrad aufweisen. Die Energiewirtschaft ist somit im Zuge der volatilen erneuerbaren Erzeugung und fortschreitenden Digitalisierung der Wirtschaft, der generell zuneh-

menden Elektrifizierung im Alltag und des Vorhabens zur Etablierung nachhaltiger Mobilität stärker in das Schnittfeld mit der Informations- und Kommunikationstechnologiewirtschaft und der Mobilitätswirtschaft gerückt.

Angesichts der genannten Veränderungen und deren strategischen, wirtschaftlichen und technologischen Auswirkungen auf die Branche der Energietechnik in Berlin und Brandenburg bedarf es einer Fortschreibung des Masterplans Energietechnik. Dabei setzt die Fortschreibung auf dem ersten Masterplan aus dem Jahr 2012 auf. Gestaltende Grundlagen hierfür wurden in einer Überarbeitungsvorlage des Masterplans im Oktober 2015<sup>1</sup> entworfen und um die strukturierenden Systemfelder auf einer Clusterkonferenz im März 2016 ergänzt.

Die Erarbeitung der Fortschreibung erfolgte in einer partizipativen Vorgehensweise unter Beteiligung der Clusterakteure aus Berlin-Brandenburg. Unternehmen, Wissenschaft und weitere wichtige Stakeholder des Clusters wurden in zwei Strategieworkshops, Einzelinterviews und einer Onlinebeteiligungsplattform eingebunden (vgl. Abbildung 1).

<sup>1</sup> Orphoz (2015): Cluster Energietechnik Berlin-Brandenburg, Berlin.

## 1.2 Übergeordnete Zielsetzungen und politische Rahmenbedingungen

Die Erfüllung der internationalen, der europäischen und der Beschlüsse auf Bundes- und Landesebene für die Energie- und Klimaschutzziele ist für Berlin und Brandenburg ein wichtiges Anliegen. Der Masterplan für das Cluster Energietechnik Berlin-Brandenburg stellt insoweit ein unterstützendes Instrument zur Erreichung insbesondere der Zielsetzungen der nachfolgend aufgeführten Beschlüsse und Strategien dar:

- **International/UN:** Klimarahmenkonvention (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)
- **Europäische Union:** EU-Rahmen für Energie- und Klimapolitik bis 2030
- **Bund:** Klimaschutzplan 2050
- **Bund:** 6. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung
- **Bund:** Hightech-Strategie der Bundesregierung
- **Länder Berlin und Brandenburg:** gemeinsame Innovationsstrategie der Länder (in-noBB) und regionale Innovationsstrategie des Landes Brandenburg (innoBB plus)
- **Länder Berlin und Brandenburg:** Aktionsprogramm Elektromobilität Berlin-Brandenburg
- **Land Berlin:** Berliner Energie- und Klimaschutzprogramm 2030 (BEK)
- **Land Berlin:** Masterplan Industriestadt Berlin 2010–2020
- **Land Berlin:** Berliner Energiewendegesetz (EWG Bln)
- **Land Berlin:** Smart-City-Strategie Berlin
- **Land Brandenburg:** Energiestrategie 2030 des Landes Brandenburg (Stand 10/2017)
- **Land Brandenburg:** Leitbild und Aktionsplan „Proindustrie“ Brandenburg

# Cluster Energietechnik Berlin-Brandenburg

## 2.1 Funktion des Clusters

Das Cluster Energietechnik Berlin-Brandenburg wurde zu Beginn des Jahres 2011 im Rahmen der Gemeinsamen Innovationsstrategie der Länder Berlin und Brandenburg (innoBB) konstituiert. Beide Länder haben mit dieser Entscheidung der zunehmenden versorgungswirtschaftlichen, ökologischen und innovationspolitischen Bedeutung der Energietechnik Rechnung getragen.

Cluster schaffen in ihrer Funktion als wirtschaftsfördernde Netzwerkstruktur an der Schnittstelle von Produzenten, Zulieferern und Forschungseinrichtungen einen institutionell unterstützenden und forcierenden Rahmen zur Sicherung und Weiterentwicklung der Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit der regionalen Wirtschaft.

Die Akteure im Cluster Energietechnik werden vom Clustermanagement themen- und zielbezogen entlang der Wertschöpfungsketten und der im Dialogprozess vereinbarten Innovationsthemen gezielt vernetzt und bei der Initiierung von Projekten bereits in der Frühphase, z. B. bei der Bildung von Konsortien bei Projektverbänden, unterstützt. Maßgeblich hierfür sind die mit den Akteuren abgestimmten Handlungsstrategien (Masterplan, Innovationsstrategien etc.) in relevanten Innovationsfeldern. Das Clustermanagement liegt federführend bei der Wirtschaftsförderung Land Brandenburg GmbH (WFBB) und Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie GmbH (BPWT).

Zu den Clusterakteuren gehören Wirtschaft und Wissenschaft, flankiert von Kammern, Politik, öffentlicher Verwaltung, Netzwerken und Interessensverbänden in der Region Berlin-Brandenburg. Mit ihnen realisiert das Clustermanagement Veranstaltungsformate (bspw. Workshops, Expertengespräche, Clusterdialoge) zur Initiierung kooperativer Projekte und Folgeprojekte.

## 2.2 Zielsetzung des Clusters

Die Arbeit des Clusters Energietechnik Berlin-Brandenburg orientiert sich an den energiepolitischen Strategien der Hauptstadtregion, des Bundes und der EU, wie beispielsweise an der Energiestrategie 2030 des Landes Brandenburg oder dem Berliner Energie- und Klimaschutzprogramm 2030 (BEK 2030, siehe Anlage 1). Sie ist im Sinne der wachstums- und wettbewerbsorientierten Gemeinsamen Innovationsstrategie der Länder Berlin und Brandenburg (innoBB) besonders auf Innovationen ausgerichtet. Die Clusteraufgaben orientieren sich außerdem an der Umsetzung der Energiewende und der mit ihr einhergehenden Sicherstellung der Energieversorgung sowie an der Reduzierung der Auswirkungen des globalen Klimawandels auf regionaler Ebene.

Das Cluster Energietechnik wirkt mit seinen Aktivitäten mittelbar auf viele übergeordnete wirtschaftspolitische und innovationspolitische Rahmenbedingungen ein, die mithilfe diverser Indikatoren erhoben werden (z. B. Unternehmensneuanstellungen, Beschäftigungszahlen etc.). Es verfolgt das Leitbild, die Hauptstadtregion Berlin-Brandenburg als Modellregion der Energiewende zu etablieren – eine Region, in der die Energieversorgung klimaverträglich und bezahlbar gestaltet und wirtschaftlich gesichert ist sowie gesellschaftlich akzeptiert wird und in der die Unternehmen der Region an den ökonomischen Chancen der Energiewende partizipieren.

Unmittelbar im Fokus der Clusteraktivitäten stehen die Entwicklung und Anwendung innovativer Technologien, Produkte und Verfahren in den anwendungsorientierten Innovationsfeldern sowie die synergetische Vernetzung der Clusterakteure aus Wirtschaft und Wissenschaft, um entsprechende Innovationskooperationen in ihrer Gründungsphase zu unterstützen.

Das Cluster hat als strategische Stoßrichtung den Anspruch, mit seinen Aktivitäten für den erfolgreichen Auf- und Ausbau vielversprechender Kooperations- und Projektstrukturen zu sorgen, dabei die anwendbaren Förderstrukturen des Landes, des Bundes und der EU systematisch zu berücksichtigen und die Kooperationen nachhaltig so zu festigen, dass sie – wo immer möglich – auf absehbare Sicht extern getragen und dort mit eigenständigen Arbeitsstrukturen fortgesetzt werden können.

Das geschieht insbesondere durch:

- die Initiierung von Innovationskooperationen, insbesondere bei den identifizierten Innovationsthemen,
- die Vernetzung der Kernakteure im Bereich Energietechnik in der Region Berlin-Brandenburg,
- die Förderung des Austauschs zwischen wissenschaftlichen Einrichtungen und Unternehmen, u. a. durch Wissens-, Wissenschafts- und Technologietransfer,
- die Initiierung und Begleitung von Verbundprojekten,
- die Weiterentwicklung der Innovationsfelder und Integrativthemen entsprechend den Innovationspotenzialen,
- die regionale, nationale und internationale Stärkung der öffentlichen Wahrnehmung der Energietechnik durch Kompetenz- und Standortmarketing,
- die Vernetzung mit internationalen Akteuren.

Das Clustermanagement wird dabei durch ein Ergebnis- und Wirkungsmonitoring (EWM) der innoBB operativ unterstützt. Das Monitoring dient der regelmäßigen Festlegung von Zielen zu den Projekten und Aktivitäten/Instrumenten zur Kooperations- und Projektanbahnung sowie der Überprüfung des jeweils aktuellen Umsetzungsgrads. Es zeigt erreichte Erfolge und Wirkungen auf und identifiziert ebenfalls mögliche Fehlentwicklungen in Bezug auf die geplante Zielerreichung.

## 2.3 Arbeitsweise des Clusters

Die Effektivität und der Erfolg des Clusters werden im hohen Maße von seiner Struktur bestimmt. Nach außen wird das Cluster Energietechnik durch den Clustersprecher repräsentiert. Der strategischen und inhaltlichen Ausrichtung des Clusters und der regelmäßigen Verifizierung der zu bearbeitenden Innovationsthemen dient der Clusterbeirat, der sich aus Vertretern von Wirtschaft, Wissenschaft, Verbänden, Netzwerken und Sozialpartnern zusammensetzt und vom Clustersprecher geleitet wird. Dem Beirat kommt damit u. a. die Aufgabe zu, die Innovationsthemen im Cluster bis zur nächsten (fortlaufenden) Aktualisierung des Masterplans zu validieren. Zur operativen Beratung des Clusters tagen regelmäßig die Steuerungsrunde, der die Geschäftsführungen der beteiligten Wirtschaftsförderungsgesellschaften und der Clustersprecher angehören, und der Koordinierungskreis, in dem die Vertreter der Verwaltungen mit dem Clustermanagement organisiert sind.

Das Clustermanagement bedient sich zur Durchführung seiner Aufgabe zeitgemäßer Wirtschaftsförderungsinstrumente, wie bspw. des Innovationsmanagements, des Technologietransfers sowie des Kompetenz- und Standortmarketings. Es unterstützt die Akteure durch gezielte Informationen, u. a. aus Studien, Branchenübersichten sowie auf einer Webplattform ([www.energietechnik-bb.de](http://www.energietechnik-bb.de)). Zu den weiteren Schwerpunkten der Clusterarbeit gehören die Identifizierung und Erschließung von Synergien zwischen den Clustern (Cross-Cluster), der Wissens- und Erfahrungsaustausch sowie die Unterstützung zu Themen der Internationalisierung und Fachkräftesicherung.

Um den Schritt von innovativen Technologien zu Anwendungen zu unterstützen, die den Sprung in den Markt schaffen, was letztlich zur Wettbewerbsfähigkeit und zum Wachstum der Region beiträgt, setzt das Clustermanagement gezielt auf die synergetische Vernetzung der Akteure. Dies geschieht durch geeignete Kooperationsformate, beispielsweise in Form von Konferenzen oder Cluster-Expertenkreisen. Deren Ziel ist es zum einen, Partner mit ergänzenden Kompetenzen zu finden, und zum anderen, Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationsvorhaben zu initiieren sowie die Bildung entsprechender Projektkonsortien zu unterstützen.

Eine weitere Grundlage der Clusterarbeit ist das Technologie- und Trendscouting zur Identifizierung relevanter Innovationsthemen und Förderprogramme. Hierfür werden im Rahmen der Betreuung wissenschaftlicher Einrichtungen aktuelle FuE-Themen und -Aktivitäten der einzelnen Hochschulen und Forschungsinstitute in der Hauptstadtregion abgefragt. Für die Clusterakteure relevante neue Förderprogramme und Ausschreibungen werden zudem im Cluster bekannt gemacht.

Darüber hinaus dienen v. a. Cluster-Expertenkreise thematisch ausgewählten Akteuren aus Wirtschaft und Wissenschaft dazu, Technologie- und Innovationsthemen gezielt gemeinsam zu beleuchten, Probleme zu diskutieren und weitere FuE-Bedarfe zu eruieren. Ergänzend hierzu unterstützt das Clustermanagement die regionalen Akteure durch Information und Vorbereitung für eine erfolgreiche Einreichung von Förderanträgen.

Die auf diesen Wegen entwickelten Projektideen sollten sich idealerweise zu nachhaltigen Demonstrations- und Pilotprojekten entwickeln, eine neuartige Technologie- bzw. Prozesskombination darstellen, zur Standardisierung der Lösungsvielfalt beitragen oder eine anwendungsorientierte Gesamtlösung repräsentieren.

## 2.4 Das Cluster Energietechnik heute

Als eines der fünf länderübergreifenden Cluster der Gemeinsamen Innovationsstrategie der Länder Berlin und Brandenburg (innoBB) ragt das Cluster Energietechnik Berlin-Brandenburg nicht nur aufgrund seiner innovations- und versorgungspolitischen Bedeutung im Rahmen der Energiewende auf regionaler und nationaler Ebene heraus. Auch als wirtschafts- und innovationspolitischer Schwerpunkt in der Hauptstadtregion zeigt sich dessen Bedeutung für die Wirtschaft. Das länderübergreifende Cluster Energietechnik Berlin-Brandenburg ist sowohl angesichts von 6.362 Unternehmen wie auch 53.597 sozialversicherungspflichtig Beschäftigten<sup>2</sup> eines der zahlenmäßig kleineren Cluster in der Hauptstadtregion, weist jedoch mit 4.357 Unternehmen einen der größten Clusterkerne<sup>3</sup> auf. Die Unternehmen des Gesamtclusters erwirtschaften mit 28,2 Mrd. € einen der höchsten Umsätze der länderübergreifenden Cluster.

Der Zuwachs der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung und des Umsatzes im Clusterkern verdeutlicht die positive Entwicklung des Clusters Energietechnik. Zwischen

<sup>2</sup> Technologieorientierte Unternehmen sowie Unternehmen vor- und nachgelagerter Branchen.

<sup>3</sup> Technologieorientierte Unternehmen des Clusters ohne vor- und nachgelagerte Branchen.

	Unternehmen	Beschäftigte	Umsatz
Cluster Energietechnik	6.362	53.597	28,2 Mrd. €
Technologieorientierter Clusterkern	4.357	41.736	20,1 Mrd. €
Clusterentwicklung (bezogen auf Clusterkern)		+16,5 % (SVB 2008–2015)	+9,5 % (SVB 2008–2014)

Tabelle 1: Clusterstatistik; Quelle: Clustermonitoring, Unternehmen und Umsatz Stand 2014, Beschäftigte Stand 2015

2008 und 2015 nahm in der Hauptstadtregion die Anzahl sozialversicherungspflichtig Beschäftigter um 16,5 % deutlich zu. Nach dem Cluster IKT, Medien und Kreativwirtschaft verzeichnet das Cluster Energietechnik den zweithöchsten Beschäftigungsanstieg. Auch der Umsatz der Unternehmen im Clusterkern entwickelte sich mit einem Zuwachs von 9,5 % zwischen 2008 und 2014 deutlich positiv.

Als Ideengeber, Entwickler von Lösungen, Begleiter bei der Umsetzung von Lösungen und Vermittler von Wissen und Kompetenzen bilden Hochschulen und Forschungseinrichtungen einen wichtigen Baustein im Wissens-, Innovations- und Wertschöpfungsnetzwerk der Energietechnik in der Hauptstadtregion. Dieser Aufgabe widmen sich rund 1.100 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler<sup>4</sup> in Instituten und Einrichtungen an mehr als 30 Hochschulen und

außeruniversitären Forschungseinrichtungen in Berlin und Brandenburg. In den kommenden Jahren werden sich die Branchengrenzen aufgrund des Entstehens neuer Innovationsfelder verändern. Dabei werden sie u. a. durchlässiger. An diesen Schnittflächen entstehen neue Synergien, die auch durch die Zusammenarbeit mit Hochschulen und Forschungseinrichtungen anderer fachlicher Ausrichtung Ausdruck finden werden und müssen, um den Marktanforderungen gerecht werden zu können und die Zukunftsfähigkeit des Wirtschaftsstandortes zu sichern. Insbesondere im Zusammenspiel mit den Informations- und Kommunikationstechnologien und der Automobilwirtschaft haben sich in den letzten Jahren neue Innovationsfelder abgezeichnet, die es fortan mit Ideen und Lösungen von und für die Region zu sichern gilt.

<sup>4</sup> Orphoz (2015): Cluster Energietechnik Berlin-Brandenburg, Berlin.

## Technologie- und Anwendungsfeldmatrix (Clustermatrix)

Mit der ersten Vermarktung bzw. der Erprobung eines neuen Ansatzes kann begründet von einer Innovation gesprochen werden, das heißt, die vorausgehenden Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten werden in den Markt gebracht und im Idealfall akzeptiert. Dies stellt einen besonders markanten Abschnitt dar, benötigten Innovationsprozesse in der Energietechnik bislang von der Erfindung bis zur ersten Anwendung Zeitspannen von oft mehr als 10 Jahren.

Die durch die Einbeziehung der IKT-Branche ausgelöste Dynamik in der Energiebranche stimuliert eine frühzeitigere Einbindung des Kunden und Endnutzers. In deren vorrangig agil gestalteten Entwicklungsprozessen werden Lösungsansätze modellhaft oder prototypisch realisiert, am Markt vorgestellt und im Zusammenwirken mit dem Kunden in einem konkreten Anwendungskontext weiterentwickelt.<sup>5</sup>

Innovationen erwachsen generell an den Schnittstellen zwischen kompetenzgetriebenen Technologiefeldern und konkreten Anwendungsbedürfnissen. Dies lässt sich auf Innovationen in der Energietechnik und vor allem im Schnittbereich von Energietechnik zu anderen Clustern und Branchen wie beispielsweise IKT, Medien und Kreativwirtschaft; Verkehr, Mobilität und Logistik oder Kunststoffe und Chemie übertragen.

In der Fortschreibung des Masterplans ist eine neue Clustermatrix, die sog. Technologie- und Anwendungsfeldmatrix, erstellt worden. Diese bildet die strukturelle Grundlage für die zukünftige Arbeit des Clusters.

---

<sup>5</sup> Ein großer Versandhauskonzern propagierte die sprachbasierte Kommunikationsplattform „Echo“ zunächst für einen technikaffinen Teil seiner Kundschaft. Funktionsumfang und -qualität entwickelten sich evolutionär „mit dem Kunden“.

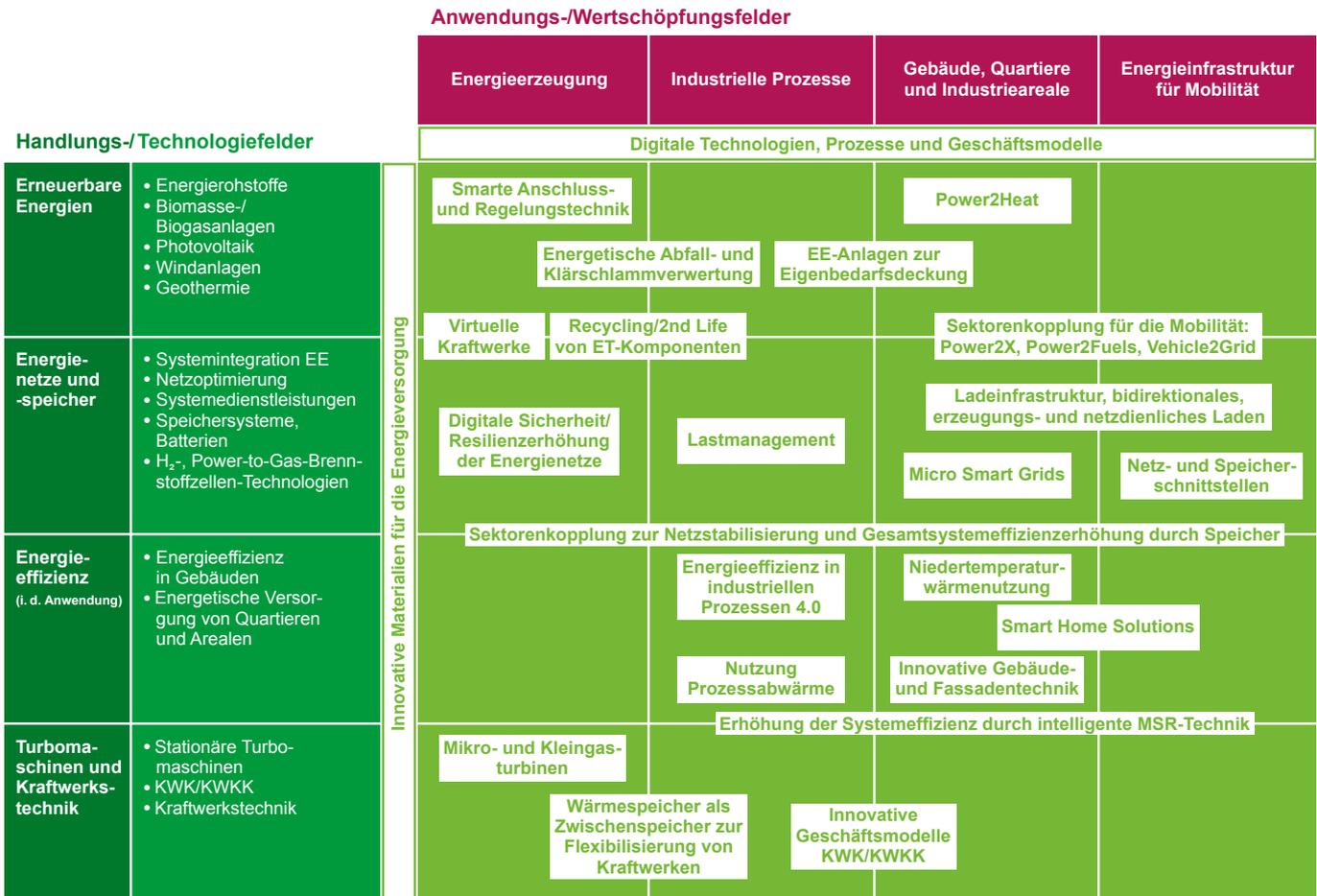


Abbildung 2: Technologiefeld-/Anwendungsmatrix: An den Schnittpunkten sind für die Region Berlin-Brandenburg relevante Innovationsfelder (weiße Kästchen) verortet

Anmerkung: Der Inhalt der Matrix wird als lebendiges Tableau der Innovationsthemen verstanden, der sich, gerade auch durch die Digitalisierung, in immer kürzeren Zyklen verändert; dies betrifft insbesondere die Innovationsfeldthemen.

Es wird zwischen drei Feldtypen unterschieden:

- Technologiefelder

In horizontaler Ausrichtung der Matrix sind die für die Region Berlin-Brandenburg priorisierten Technologiefelder angeordnet, die sich sowohl aus den Analyse Kriterien Unternehmensaktivität, Wissenschaftskompetenz und För-

dermittelzuwendungen als auch dem Masterplandialogprozess ergeben haben.

Als Technologiefeld wird fortan ein Themengebiet bezeichnet, das sich durch eine hohe Forschungs- und Entwicklungsaktivität in der Region Berlin-Brandenburg auszeichnet. Akteure sind maßgeblich wissenschaftliche Einrichtungen sowie Unternehmen, die selbst entwickeln bzw. sich an Entwicklungskooperationen beteiligen. Dabei stehen Erkenntnisgewinn sowie Innovationen mit hoher energiestrategischer Bedeutung in allen Bereichen der jeweiligen Wertschöpfungskette<sup>6</sup> im Fokus. Aufgrund der hohen technischen Risiken werden diese Aktivitäten oft durch öffentliche Förderprogramme begleitet.

<sup>6</sup> Material, Forschung und Entwicklung, Verfahren, Produktion, Anwendung, Systemintegration, Digitalisierung.

- Anwendungs- und Wertschöpfungsfelder

In vertikaler Ausrichtung der Matrix werden die bestehenden Technologiefelder um vier wesentliche Anwendungs- und Wertschöpfungsfelder ergänzt, in denen die Innovationsthemen eingruppiert sind. Neben der „Energieerzeugung“ als bestehendes Kerngeschäft werden „industrielle Prozesse“, „Gebäude, Quartiere und Industrieareale“ sowie die „Energieinfrastruktur für Mobilität“ als zentrale zukünftige Entwicklungspfade der energie- und innovationspolitischen Strategien zusammengefasst. Die Anwendungs- und Wertschöpfungsfelder bilden somit den Rahmen der maßgeblichen Stoßrichtung der Innovationsbestrebungen im Cluster und vereinfachen strategiekonforme Aktivitäten und Maßnahmen.

- Innovationsfelder

Aus den Technologiefeldern bilden sich in Schnittpunkten mit konkreten Anwendungen Innovationsfelder heraus. Die Innovationsfelder sind nicht a priori identisch mit den

Wirtschaftsstrukturen. Vielmehr spiegeln sie besondere Schwerpunkte wider, in denen Innovationen im Sinne der Energieziele Anwendung finden können. Mit dieser Fokussierung auf aktuelle Themen werden die ansässigen Akteure mit den vorhandenen Kompetenzen mit Unterstützung des Clustermanagements aktiviert.

Den Innovationsthemen wurde in den Dialogveranstaltungen, auf der Onlinebeteiligungsplattform sowie in Einzelinterviews mit Akteuren aus der Wirtschaft und der Wissenschaft besonderes Potenzial nachgesagt. Einige Themen sind dennoch indirekt miteinander verbunden, wirken also auf andere Innovationsfelder und lassen sich nicht eindeutig in der nachfolgenden Matrix einordnen. Die Darstellung ist daher indikativ.

Als Beispiel hierfür ist in Abbildung 3 die Vernetzung des Themas „Virtuelle Kraftwerke“ (dunkelblau) in die blauen Innovationsfelder dargestellt.

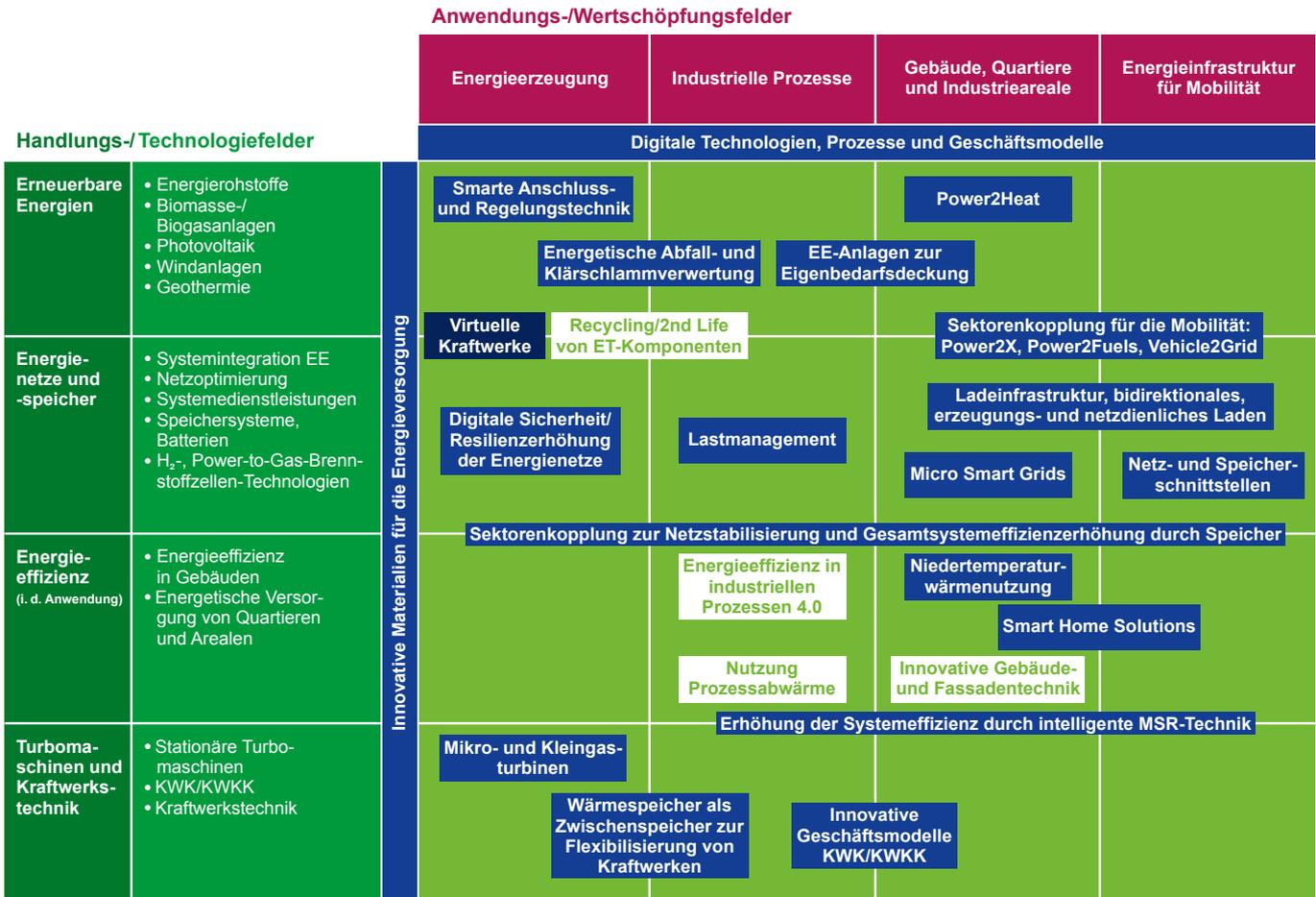


Abbildung 3: Technologiefeld-/Anwendungsmatrix: Thematische Vernetzung des Innovationsfeldes „Virtuelle Kraftwerke“ (dunkelblau) in die blauen Innovationsfelder

## Technologiefelder

In umfangreichen Vorarbeiten des Clusters Energietechnik<sup>7</sup> sind 15 Technologiefelder aus einer Auswahl von ursprünglich 38 identifizierten Technologiefeldern auf Basis einer Bottom-up-Analyse priorisiert worden.<sup>8</sup> Zugrunde gelegt wurden die Aktivitäten regionaler universitärer und außeruniversitärer Forschungseinrichtungen sowie innovationsaffiner Energietechnikunternehmen in Berlin und Brandenburg.

Die Technologiefelder lassen sich auf folgende Bereiche zurückführen:

- Erneuerbare Energien,
- Energienetze und -speicher,
- Energieeffizienz und
- Turbomaschinen und Kraftwerkstechnik.

Diese Bereiche entsprechen größtenteils den Handlungsfeldern des zugrunde liegenden Masterplans Energietechnik aus dem Jahr 2012.<sup>9</sup>

Für den technologischen Austausch zwischen den Clusterakteuren sind Veranstaltungen und Kooperationsformate etabliert worden bzw. befinden sich in der Vorbereitung.

### 4.1 Erneuerbare Energien

Die Entwicklung neuer Systeme und Verfahren zur Nutzung erneuerbarer Energien sowie deren Verbesserung dient den zentralen Zielen des Berliner Energiewendegesetzes<sup>10</sup> (signifikanten Einsparungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen<sup>11</sup>) sowie der Energiestrategie 2030 des Landes Brandenburg.<sup>12</sup> Beide streben explizit den weiteren Ausbau erneuerbarer Energien an. Dabei kommt der Systemintegration erneuerbarer Energien bei gleichzeitigem Umbau des bestehenden Versorgungssystems eine zentrale Bedeutung zu.

Im Bereich der erneuerbaren Energien sind in Berlin-Brandenburg insbesondere Technologiefelder der Energierohstoffe und Biogasanlagen sowie der Photovoltaik und Windenergie verortet. Aber auch die als Geothermie bezeichnete ingenieurtechnische Nutzung der Erdwärme birgt relevante Innovationspotenziale.

<sup>7</sup> Orphoz: Cluster Energietechnik Berlin-Brandenburg, Abschlussbericht 14.12.2015.

<sup>8</sup> Aus 38 identifizierten Technologiefeldern wurden auf Basis einer Zuordnung außeruniversitärer Forschungseinrichtungen sowie rund 1.200 in der Region befindlicher innovationsaffiner Energietechnikunternehmen in einer differenzierten Analyse 15 für die Region besonders relevante Technologiefelder priorisiert. Mitberücksichtigt wurde in der Bewertung auch der eingeworbene Umfang von Berliner und Brandenburger Energietechnikakteuren an F&E&I-Fördermitteln des Bundes und der EU.

<sup>9</sup> Die Umfänge des Handlungsfelds Solarenergie werden unter dem Begriff „erneuerbare Energien“ geführt. Ab 2012 fand ein grundlegender Umbruch mit Konsolidierungsphase in der Solarbranche statt.

<sup>10</sup> Berliner Energiewendegesetz (EWG Bln, in Kraft getreten am 6.4.2016).

<sup>11</sup> Bis 2030 ist die Gesamtsumme der CO<sub>2</sub>-Emissionen um mindestens 60 % gegenüber dem Ausstoß 1990 zu reduzieren.

<sup>12</sup> Ministerium für Wirtschaft und Energie des Landes Brandenburg (2012): Energiestrategie 2030 des Landes Brandenburg, Potsdam.

### Technologiefeld Energierohstoffe

Im flächenreichen und landwirtschaftlich geprägten Brandenburg werden Strom, Wärme und Kraftstoffe in einem signifikanten Umfang aus Biomasse gewonnen. Auch Berlin verfügt über relevantes Potenzial im Bereich der Verwertung biogener Reststoffe. Die regionale Wertschöpfung erstreckt sich von der Erzeugung und Verarbeitung bis hin zur energetischen Nutzung der Energieträger in Form von Biogas, Biokraftstoffen und Biofestbrennstoffen. Die Grenzen in der Bereitstellung biogener Energierohstoffe werden durch die verfügbaren Wald- und Agrarflächen gesetzt.<sup>13</sup> Daher liegt ein weiteres Entwicklungs- und Verwertungspotenzial in der Verbesserung der Effizienz der Energieumwandlung, in der Erschließung weiterer biogener Ausgangsstoffe, wie z. B. Abfälle oder Wirtschaftsdünger, sowie in der nachhaltigen Nutzung der Wald- und Agrarflächen.

Besondere Technologiethemata der Region sind demnach:

- Bestandsaufnahme und nachhaltige Gestaltung der Stoffkreisläufe bei der Bioenergiegewinnung – Darstellung der Vor- und Nachteile der Bioenergiegewinnung
- nachhaltige Erschließung und Bereitstellung alternativer Biomasserohstoffe (z. B. Holz aus Kurzumtriebsplantagen und Agroforstsystemen, Landschaftspflegematerial, alternative Energiepflanzen)
- nachhaltige Erzeugung und Bereitstellung konventioneller Biomasserohstoffe (z. B. Holzhackschnitzel, Pellets und Scheitholz, konventionelle Energiepflanzen)
- möglichst vollständige Ausschöpfung des Potenzials an Biomasserohstoffen aus Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft, Reststoffen und Bioabfall

Als wissenschaftliche Einrichtungen im Bereich Energierohstoffe können die Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg (BTU), die Hochschule für nachhaltige Entwicklung – HNE Eberswalde sowie das Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie e.V. (ATB), das Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V., die Technische Hochschule Wildau und das Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften (FIB) e.V. genannt werden. Die weitgefächerte F&E-Landschaft bietet eine Reihe von Kooperationsmöglichkeiten im Bereich der energetischen Nutzung von Biomasse, sowohl zwischen wissenschaftlichen Einrichtungen als auch mit Wirtschaftsakteuren. Unternehmenseitig sind in dem Bereich zahlreiche kleine und mittlere Unternehmen (KMU) sowie einzelne internationale Mineralölunternehmen und Energieerzeuger in der Region in diesen Themen aktiv.<sup>14</sup>

Hier sind die aufgenommenen Kommunikations- und Vernetzungsmaßnahmen zwischen den Akteuren weiterzuführen, um den hoch gesteckten Nachhaltigkeitszielen in Brandenburg wie auch in Berlin eine technologische Basis zu bereiten. Die in diesem Feld angezeigten Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten können idealerweise in einem Pilotareal bzw. einer EU-Modellregion gebündelt, organisiert und umgesetzt werden.

Ein wichtiger Beitrag zur nachhaltigen Wald- und Agrarflächennutzung ist die Fortsetzung von Aktivitäten zur Rückverfolgbarkeit und Transparenz der Wertschöpfungsketten von der Erzeugung der Rohstoffe über die Energieumwandlung bis zur Nutzung einschließlich entsprechender Öffentlichkeitsarbeit.

<sup>13</sup> Biomassestrategie Brandenburg, Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg, online unter: [www.mlul.brandenburg.de/cms/-detail.php/bb1.c.295470.de](http://www.mlul.brandenburg.de/cms/-detail.php/bb1.c.295470.de), Abruf: 27.1.2017.

<sup>14</sup> Orphoz (2015): Cluster Energietechnik Berlin-Brandenburg, Abschlussbericht, Berlin, S. 11.

### Technologiefeld Biomasse-/Biogasanlagen

Das Technologiefeld Biomasse-/Biogasanlagen wird durch signifikante F&E-Kompetenzen und Unternehmen in Berlin-Brandenburg getragen.

Aktuelle Technologiethemata sind:

- Innovative Technologien zur Erzeugung von Biogas aus Abfällen, Reststoffen, Wirtschaftsdünger und nachwachsenden Rohstoffen
- Entwicklung hocheffizienter, emissionsarmer Kraftwerkstechnik insbesondere zur Reststoffverwertung, z. B. für Bioabfall
- Entwicklung von Methoden zur Prozessüberwachung
- Optimierung von Bestandsanlagen zur Verbesserung der Ressourceneffizienz
- Prozessregelung für eine bedarfsgerechte Anlagenflexibilisierung, technische, biologische und ökonomische Optimierung zum teil- und vollflexiblen Betrieb von Bestandsbiogasanlagen mit dem Ziel, die Netzstabilität zu erhöhen und weitere Systemdienstleistungen anbieten zu können
- Entwicklung innovativer Anlagenkonzepte für Bioenergieanlagen zur Nutzung alternativer Biomasserohstoffe, zur Sektorenkopplung und zur Kaskadennutzung

Aufgrund der bereits erfolgten Markterschließung von Biomasseanlagen besteht ein Modernisierungs- und Servicepotenzial bei der technischen Weiterentwicklung der bestehenden Anlagen. Hierbei ermöglicht die Integration moderner IT-Systeme Verbesserungen hinsichtlich eines komfortablen und nachhaltigen Einsatzes dieser Anlagen. Jedoch bieten sowohl der derzeit niedrige Erdgaspreis als auch bestehende Regularien (z. B. Erneuerbare-Energien-

Gesetz 2017 – EEG 2017) kaum noch wirtschaftliche Anreize für den Anlagenneubau. Perspektiven für geförderte Bestandsanlagen nach dem EEG ergeben sich durch die Option der Laufzeitverlängerung um weitere zehn Jahre.

Gegenwärtig vorliegende Strategiepapier der Bundesregierung weisen einen leichten Anstieg der energetischen Nutzung von Biomasse bis 2050 mit langfristig veränderten Schwerpunkten aus. Zukünftig soll Bioenergie verstärkt dort eingesetzt werden, wo es keine volkswirtschaftlich effizientere Alternative auf Basis erneuerbarer Energien gibt. Das betrifft vor allem die Bereitstellung von Prozesswärme in der Industrie und den Einsatz von Kraftstoffen im Flug-, Schiffs- und Schwerlastverkehr. Es ist deshalb tendenziell mit einem langfristig zunehmenden Einsatz von Biofestbrennstoffen, Biomethan und sowohl konventionellen als auch fortschrittlichen Biokraftstoffen zu rechnen.

Im Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung sind erstmals für alle relevanten Sektoren Treibhausgasminde- rungsziele für die Zwischenetappe 2030 enthalten. Es ist davon auszugehen, dass in allen Sektoren neben Energieeinsparung und Energieeffizienz ein steigender Anteil erneuerbarer Energien angestrebt wird. Es bestehen beispielsweise weiterhin die Zukunftsoptionen, biogene gasförmige Brennstoffe in konventionellen Gaskraftwerken und Verbrennungskraftmaschinen für mobile Anwendungen zu nutzen (Co-Firing), in hochinnovativer Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) einzusetzen oder Erdgaskraftstoff beizumischen. Hier können bestehende Speicher- und Transportkapazitäten mitgenutzt werden. Daher sollten Aktivitäten zur biogenen Gaserzeugung weiterhin unterstützt werden, um zukunftsfähige Alternativen beizubehalten.

### Technologiefeld Photovoltaik

Das Technologiefeld der Photovoltaik zeichnet sich nach wie vor durch eine hohe Konzentration von Wissenschaftlern in der Hauptstadtregion aus.<sup>15</sup> Basis hierfür bilden überregional anerkannte Forschungsinstitute der Material- und Halbleiterforschung in Berlin und Brandenburg. Bis zum Einbruch der Solarbranche 2012 waren mehr als 100 Unternehmen der Solarbranche Partner und Abnehmer der Photovoltaikforschung. Derzeitige Forschungsschwerpunkte liegen bei

- Dünnschichtsolartechnologien und Effizienzsteigerungen bei Siliziumwafern
- der Entwicklung polymerbasierter Zellsysteme
- der Applikationstechnik und kosteneffizienten, leichten Trägerstrukturen

Forschungsseitig werden diese Themen durch Einrichtungen, wie z. B. das kooperative Kompetenzzentrum Dünnschicht- und Nanotechnologie für Photovoltaik Berlin PV-comB des Helmholtz-Zentrums Berlin für Materialien und Energie (HZB) und der Technischen Universität Berlin sowie die IHP GmbH – Innovations for High Performance Microelectronics/Leibniz-Institut für innovative Mikroelektronik in Frankfurt (Oder), getragen. Unternehmensseitig sind größere Unternehmen als Modulhersteller und Automatisierungstechnikanbieter für Zellsysteme tätig. Ebenso gibt es eine Reihe von KMU in dieser Branche.

Das Effizienz- und Kostenpotenzial bei Photovoltaiksystemen als Komponente erneuerbarer Energien ist noch nicht ausgereizt. Auch können mit Dünnschicht- und Polymertechnologien weitere Anwendungen erschlossen werden. Hier gilt es, das vorhandene Potenzial an Forschungskapazität durch eine Vernetzung mit Unternehmen – fokussiert auf anwendungsnahe und vermarktungsfähige Lösungen – auszuschöpfen. Überregionale Kooperationen können durch ein spezialisiertes Standortmarketing in Fachforen und -communities stimuliert werden.

### Technologiefeld Windanlagen

Mit einer installierten Leistung von 6.531 MW und insgesamt 3.669 Anlagen (Stand 30.6.2017) gehört Brandenburg zu den führenden Windenergieländern in Deutschland. Hier liefern aber nicht nur Windturbinen Strom, in der Hauptstadtregion wird auch entwickelt und produziert. Namhafte Hersteller und Zulieferer entwickeln innovative Technologien zur bedarfsgerechten Befehrerung und Wartung oder fertigen beispielsweise Rotorblätter, Polräder oder Türme. Am Standort Lauchhammer im Süden Brandenburgs werden seit 2002 Rotorblätter für Vestas-Windenergieanlagen im Megawattbereich gefertigt. Darüber hinaus beschäftigen sich in der Region Unternehmen und Forschungseinrichtungen neben der Forschung an Rotorblättern und Sockelgründungen auch mit innovativen Technologien wie der Höhenwindtechnik bis zu einer Höhe von etwa 500 Metern.

<sup>15</sup> Der Bereich der Solarenergie wird mit 246 Wissenschaftlern (19 % aller Energietechnikwissenschaftler) als der größte Energietechnikforschungsbereich in Berlin-Brandenburg angegeben. Orphoz (2015): Cluster Energietechnik Berlin-Brandenburg, Abschlussbericht, S. 13.

In Berlin werden die Einsatzmöglichkeiten von Kleinwindanlagen in verschiedenen Projekten z. B. auf dem EUREF Campus bereits erfolgreich getestet, um das bestehende Windenergiepotenzial in einem städtischen Kontext zu erproben.

In den kommenden Jahren wird sich zudem herausstellen, inwieweit ältere Windenergieanlagen tatsächlich schon nach 20 Betriebsjahren abgebaut oder repowert müssen. Besonders innovative Recyclingverfahren und Second-Life-Fragestellungen sind deshalb für die Betreiber und Dienstleister von zunehmendem Interesse.

### Technologiefeld Geothermie

Unter „Geothermie“ oder „Erdwärme“ versteht man die unterhalb der Oberfläche der festen Erde gespeicherte Energie in Form von Wärme. Je nach Tiefe der Bohrung unterscheidet man zwei Arten der Geothermie: oberflächennahe Geothermie (bis 400 m) und Tiefengeothermie.

In Berlin wird fast ausschließlich die oberflächennahe Geothermie genutzt, d. h. bis zu einer maximalen Tiefe von 100 m. Dafür steht ein ganzes Spektrum technischer Möglichkeiten zur Verfügung. Alle diese Verfahren benötigen eine Wärmepumpe, die in der Lage ist, die relativ niedrige Temperatur des Untergrundes bzw. des Grundwassers in diesen Tiefen von 8–12 °C mithilfe elektrischer Energie auf ein für Heizzwecke geeignetes höheres Temperaturniveau zu bringen.

Das Land Brandenburg wurde 2017 von der „erdwärmeliga“ als erfolgreichstes Bundesland bei der Nutzung oberflächennaher Geothermie ausgezeichnet. Mehr als 10.000 Anlagen mit einer installierten Leistung von 6.176 kW nutzen die oberflächennahe Geothermie (Bohrungen bis 100 m Tiefe). Diese Anlagen werden überwiegend zur Beheizung von Einfamilienhäusern genutzt.

Als Beispiele für Großnutzungen sind der Uni-Campus in Potsdam/Golm mit einer Leistung von 1,8 MW oder das Albert-Schweitzer-Haus in Teltow mit 180 kW zu nennen.

Da immer deutlicher wird, dass die Energiewende ganzheitlicher als bisher („Stromwende“) gedacht werden muss, entwickelt sich gerade auch die Geothermie als Element der Sektorenkopplung, also der Verknüpfung der Sektoren Strom, Wärme und Verkehr, zu einem zentralen Thema für innovative Ansätze.

Insbesondere das „Zwanzig20-Forum Wärmewende“ entwickelt Strategien für den zukünftigen Einsatz innovativer Technologien zur Realisierung der Wärmewende. Aber auch in der Sektion Geothermische Energiesysteme am Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungszentrum (GFZ) werden beispielsweise Technologien zur Nutzung des Untergrundes im Zusammenhang mit nachhaltiger, umweltfreundlicher Energieversorgung der Zukunft entwickelt.

## 4.2 Energienetze und -speicher

Dem Bereich Energienetze und -speicher kommt innerhalb des Clusters Energietechnik Berlin-Brandenburg eine besondere Bedeutung zu, da hier unter anderem die Fragen der Netzintegration volatiler erneuerbarer Energien und die Systemstabilität berücksichtigt werden. Dies muss vor dem Hintergrund auch in Zukunft sicherzustellender Versorgung und Störungsfreiheit realisiert werden.

Der Bereich Energienetze und -speicher beinhaltet im Einzelnen die Netztechniken für die Energieträger Strom, Gas, Wärme und alternative Kraftstoffe, die damit jeweils verbundenen Energiespeichertechniken sowie die entsprechenden Mess-, Steuer- und Regelungstechniken.

Die Entwicklung intelligenter Netztechnik, von Speicherkonzepten und von innovativen Lösungen zur Synchronisierung von Energiebedarf und -angebot wird in diesem Bereich vorangetrieben, hat erhebliche Auswirkungen auf die anderen Technologiefelder und wird ebenso von diesen beeinflusst. Angestrebt wird eine handlungsfeldübergreifende, systemische Lösung der Kernfragen der Energiewende.<sup>16</sup>

<sup>16</sup> Masterplan für das Cluster Energietechnik Berlin-Brandenburg, 2012, S. 93 f.

Dabei übt die Verfügbarkeit neuer Informations- und Kommunikationstechniken (IKT) einen erheblichen Einfluss auf das Management der einzelnen Systeme sowie deren Zusammenwirken aus. Sie regt an und eröffnet neue Anwendungen und Geschäftsmodelle in den einzelnen Anwendungsfeldern, auch im Zusammenwirken mit dem Cluster IKT, Medien und Kreativwirtschaft. Zudem kann sie die Aufgabe übernehmen, dem einzelnen Bürger die Energiethemen verständlicher zu machen und ihn aktiv einzubinden. Dies wird für eine Reihe von Geschäftsmodellen eine erforderliche Basis darstellen, insbesondere vor dem Szenario eines intensivierten Wettbewerbs in der Energiewirtschaft mit globalen Akteuren der Informationsbranche.

### **Technologiefelder Systemintegration erneuerbarer Energien und Netzoptimierung**

Beide Technologiefelder spiegeln zentrale Herausforderungen der Energiewende wider. Die Netze der Zukunft (Strom, Wärme, Gas) müssen ausreichend dimensioniert, integriert und intelligent gestaltet werden, um eine stabile, sichere und zuverlässige Energieversorgung zu ermöglichen, die zu großen Teilen auf erneuerbaren Energien basiert. Insbesondere die vorhandenen Wärme- und Gasleitungen stellen sowohl in Berlin als auch in einigen ausgewiesenen Regionen in Brandenburg eine gute Ausgangsbasis zur Realisierung der geforderten Nachhaltigkeitsziele dar, die es zu nutzen gilt.

Die zunehmenden, fluktuierenden Quellen und flexiblen Lasten stellen die Übertragungs- und Verteilnetze vor große Herausforderungen. So stehen im Übertragungsnetz der 50-Hertz-Regelzone 30 % der bundesweiten regenerativen Erzeugung lediglich 20 % der gesamtdeutschen Last gegenüber.<sup>17</sup> In ländlich geprägten Regionen in Brandenburg werden die Netze durch einen massiv steigenden Anteil erneuerbarer Energien gespeist. Die Potenziale für steuerbare Lasten dagegen finden sich zunehmend in den städtischen Verteilnetzen in Brandenburg sowie in Berlin.

Dies wird tendenziell durch die gewünschte Entwicklung der Elektromobilität noch zunehmen. Daher sind effiziente Verfahren zum Ausgleich fluktuierender Erzeugung wie auch flexibler Lasten unter Einbeziehung aller Akteure – vom Übertragungs- und Verteilnetzbetreiber bis hin zum Erzeuger und Verbraucher – durch einen integrierten Netzbetrieb weiterzuentwickeln und zukunftsfähig zu gestalten. Im geförderten Kooperationsprojekt OptNetzE wird das Konzept des virtuellen Kraftwerks als „Aggregator von Energieressourcen im Kontext eines vereinheitlichten Netzbetriebs“ erforscht.<sup>18</sup> Ergänzend werden das Last- und Erzeugungsmanagement sowie die Koordinierung von verteilten Power-to-Heat- und Power-to-Gas-Anlagen zur aktiven Unterstützung der Netzsicherheit integriert.

Ein Beispiel im Bereich intelligenter Stromnetze ist das geförderte Forschungsprojekt Micro Smart Grid EUREF am gleichnamigen Forschungscampus in Berlin unter der Koordination des Innovationszentrums für Mobilität und gesellschaftlichen Wandel GmbH (InnoZ). Die Aufgabe bestand in der Integration, konzeptionellen Weiterentwicklung und Erprobung von Hardwarekomponenten für Energieerzeugung und Speicherung sowie dem Anschluss an eine dezentrale Energiesteuerung in einem Forschungs- und Erprobungs-Netz. Weitere von Bund und Land geförderte Schaufenstervorhaben sind e-SolCar sowie Smart Capital Region der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus-Senftenberg mit Industriepartnern sowie Netzbetreibern. Hieraus abgeleitet ist der Ansatz intelligenter Netze/SP III im aktuellen WindNODE-Vorhaben sowie die Realisierung des Smart-Grid-Ansatzes an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus-Senftenberg unter Verwendung verschiedener Speichertechnologien von Power-to-Heat, Power-to-Cool, Blockheizkraftwerken etc. Ebenfalls realisiert ist dort das „Besucherzentrum Intelligente Energie Netze“ (BIENE).

<sup>17</sup> OptNetzE: Stromnetze brauchen Virtuelle Kraftwerke, online unter:

<https://www.bosch-si.com/de/newsroom/news/veroeffentlichungen/veroeffentlichungen-63744.html>, abgerufen am 29.1.2017.

<sup>18</sup> Ebenda.

Die verhältnismäßig hohe Einwerbequote an Drittmitteln spiegelt das Innovationspotenzial an der Schnittstelle zwischen Energienetzen und IKT wider. Dabei sind noch eine Reihe von Aufgaben für eine sichere, nachhaltige und wirtschaftlich vertretbare Energieversorgung zu lösen. Hier hat eine Vielzahl von Beteiligten aus der Energietechnik – auch unter Einbeziehung von Akteuren aus anderen Branchen – Berührungspunkte. Die Koordinierung zur Identifikation und Initiierung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten ist und bleibt eine zentrale Aufgabe des Clustermanagements Energietechnik Berlin-Brandenburg.

Aktuelle Forschungs- und Entwicklungsthemen, insbesondere an der Schnittstelle zur IKT, bestehen in folgenden Bereichen:

- Methoden, Algorithmen und IT-Systeme zur Analyse großer Datenmengen (Advanced Analytics for Big Data, Machine Learning), z. B. zum Aufdecken von Unregelmäßigkeiten, die auf anstehende Betriebsstörungen hinweisen können, sowie zur vorbeugenden Instandhaltung
- Verfügbarkeit, Zuverlässigkeit IT-gestützter Energiemanagementsysteme
- Funktionale Sicherheit sicherheitskritischer und vernetzter Systeme
- Sicherheit, Daten- und Manipulationsschutz gegenüber Zugriffen Dritter (IT-Security)
- Sicherstellung der Daten- und Informationssouveränität der Bürger

Diese Themen sind in der Regel in Kooperation mit IKT-Kompetenzen – auch von außerhalb der Energietechnik – anzugehen. Die Region verfügt über eine Reihe von Kompetenzzentren der IKT, die sich zum Teil bereits mit Themen der Energieversorgung auseinandersetzen, beispielsweise der Fachbereich Informatik und Medien der Technischen Hochschule Brandenburg, die Arbeitsgruppe

Sichere Identität der Freien Universität Berlin, das Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM, das IHP GmbH – Innovations for High Performance Microelectronics/Leibniz-Institut für innovative Mikroelektronik in Frankfurt (Oder) sowie das Hasso-Plattner-Institut für Softwaresystemtechnik HPI. Teile der Begleitforschung könnten beispielsweise durch Stiftungen und An-Institute, wie z. B. das Reiner Lemoine Institut gGmbH und das Innovationszentrum für Mobilität und gesellschaftlichen Wandel (InnoZ) GmbH, übernommen werden.

### **Technologiefeld Systemdienstleistungen**

Die Versorgungssicherheit mit elektrischer Energie stellt eine zentrale volkswirtschaftliche Aufgabe dar. Sie lässt sich nach den Kriterien Sicherheit, Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit quantifizieren.<sup>19</sup> Systemdienstleistungen (SDL) sind die für eine sichere und stabile Stromversorgung erforderlichen Dienste, die die Netzbetreiber neben der Übertragung und Verteilung erbringen. Für den Fall einer nicht ausreichenden Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien müssen genügend Speicher oder alternative Erzeugungskapazitäten im System zur Verfügung stehen. Hierzu gehören sowohl schnell hochfahrbare Kraftwerke als auch Back-up-Kapazitäten. Primäre Aufgabe der Systemdienstleistungen ist die Frequenz- und Spannungshaltung. Hierdurch wird die unmittelbare Versorgung des Verbundnetzes anhand bereits geringster Frequenzabweichungen geregelt. Weitergehende Systemdienstleistungen bestehen in der Betriebsführung (z. B. Redispatch-Maßnahmen) der Übertragungsnetze, im Blindleistungsmanagement sowie im Versorgungswiederaufbau nach einem Stromausfall (Schwarzstartfähigkeit von Kraftwerken). Aufgrund der starken Interdependenzen und hohen Komplexität in den Netzen erfordern die Systemdienstleistungen eine komplexe Kommunikation und Kooperation einer Vielzahl von Akteuren.

<sup>19</sup> dena-Studie Systemdienstleistungen 2030, Online unter:

<https://www.dena.de/themen-projekte/projekte/energiesysteme/dena-studie-systemdienstleistungen-2030/>, abgerufen am 30.1.2017.

In diesem Bereich ist eine Reihe wissenschaftlicher Einrichtungen in der Region tätig, so z. B. das Institut für Elektrische und Thermische Energiesysteme an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus-Senftenberg, das Fachgebiet Energieversorgungsnetze und Integration Erneuerbarer Energien sowie das Institut für Wirtschaftsinformatik und Quantitative Methoden – DAI Labor (Distributed Artificial Intelligence Laboratory) der Technischen Universität Berlin. Eine Schnittstelle zu den in der Region ansässigen Netzbetreibern bildet ein europäisches Trainings- und Forschungszentrum für Systemsicherheit der Elektrizitätsnetze, welches über einen Netzsimulator verfügt, um kritische Netzsituationen unter Realbedingungen zu testen.

Die hieraus entstehenden aktuellen Aufgabenstellungen sind im Anwendungsfeld „Energieerzeugung“ beispielhaft aufgeführt. Das Technologiefeld Systemdienstleistungen bietet aufgrund der Unterschiedlichkeit der beiden Länder – Berlin als große Energiesenke mit einer Vielzahl potenziell steuerbarer Lasten, Brandenburg als Erzeugerland konventioneller und erneuerbarer Energien – ein hervorragendes komplementäres Anwendungsfeld, dessen Ergebnisse übertragbar sind auf andere Stadt-Umland-Konstellationen. Eine an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus-Senftenberg durchgeführte Studie (SDL-Studie<sup>20</sup>) befasst sich mit Themenstellungen wie „Wie müssen SDL zukünftig erbracht und koordiniert werden, damit der sichere Betrieb des Energieversorgungssystems gewährleistet werden kann?“. Der Fokus liegt hierbei auf technischen Untersuchungen, aber auch erforderliche regulatorische Rahmenbedingungen werden betrachtet. Zur

Weiterentwicklung sind in diesem Kontext mit potenziell infrage kommenden Akteuren aus Wissenschaft und Anwendung mögliche Aufgabenstellungen aus diesen Vorarbeiten zu identifizieren und als Kooperationsprojekte mit überregionalem Anwendungspotenzial zu initiieren.

### **Technologiefeld Speichersysteme, Batterien**

Mit dem kontinuierlich wachsenden Anteil erneuerbarer Energien wird der Einsatz von Energiespeichern auch außerhalb des Strommarkts mittel- bis langfristig immer wichtiger.<sup>21</sup> Allerdings sind Speichertechnologien zurzeit nur in einem begrenzten Rahmen rentabel. Der Bedarf an Flexibilität im Stromsystem ist daher kurz- bis mittelfristig durch andere Flexibilitätsoptionen, z. B. durch regelbare Kraftwerke und Lastmanagement, bereitzustellen. Die außerhalb des Stromsektors entstehenden Märkte für elektrische Speicher können zudem perspektivisch die Herstellkosten von Batterien in den nächsten zehn Jahren sinken lassen.

Neben den elektrischen Speichern sind mechanische Speicher, Wärmespeicher und nicht zuletzt Technologien der Power-to-Gas/-Liquid-Wandlung zu betrachten. Diese werden im sich anschließenden Technologiefeld behandelt. In virtuellen Kraftwerken sind dezentrale Strom-zu-Strom-Speicher ein zentraler Bestandteil. Dafür können neben stationären oder mobilen Batterien auch Druckluftspeicher, für die unter anderem Kraftwerkstechnik, Kompressions- und Expansionsmaschinen benötigt werden, zum Einsatz kommen. Berliner und brandenburgische Unternehmen arbeiten intensiv an einer schnell realisierbaren Lösung auf Basis des heutigen Stands der Technik.

<sup>20</sup> <https://www.b-tu.de/fg-evh/technologietransfer/projekte>, abgerufen am 30.3.2017.

<sup>21</sup> Orphoz (2015): Cluster Energietechnik Berlin-Brandenburg, Abschlussbericht, Berlin, S. 15.

Angesichts ihrer zentralen Bedeutung sind sowohl das Themenfeld als auch die in der Region ansässigen Unternehmen noch unterrepräsentiert. Hier sollte das erforderliche Forschungs-und-Entwicklungs-Know-how durch Kooperationen, auch internationaler Art, z. B. mit Partnern aus Japan, Südkorea und China (einschließlich Taiwan) gebündelt werden. Ansiedlungen sollten gemeinsam mit den Wirtschaftsförderungen im Kontext eines sich entwickelnden wissenschaftlichen Umfelds stimuliert werden.

Auf der Forschungsseite befassen sich beispielsweise das Fachgebiet elektrische Energiespeichertechnik der Technischen Universität Berlin, das Institut für Weiche Materie und funktionale Materialien am Helmholtz-Zentrum Berlin sowie die Forschungsgruppe Solarspeichersysteme der Hochschule für Technik und Wirtschaft in Berlin neben den Grundlagenfakultäten der Berliner und Brandenburger Universitäten mit Themenstellungen zur Batterieentwicklung und deren Anwendung. Perspektivisch sind Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten auch jenseits der Li-Ionen-Zellchemie (z. B. Natrium-Nickel- oder Natrium-Sulfur-Zellsysteme) anzustreben. Hier könnte in einer konzertierten Maßnahme ein Austausch sowie eine Reihe von Studien zu Post-Li-Ionen-Technologien das Forschungsfeld für die regionalen Akteure hergestellt und entsprechende – auch wirtschaftlich – interessante Entwicklungsziele abgesteckt werden.

### **Technologiefeld Wasserstoff-, Power-to-Gas-, Brennstoffzellentechnologie**

Das kombinierte Technologiefeld adressiert Lösungswege, erneuerbare Überschussenergien mittel- bis langfristig zu speichern und bedarfsbereit bereitzustellen. Hierzu kann die in der Region verfügbare Gasinfrastruktur (Rohrleitungsnetz, Erdgasspeicher) genutzt werden, um die Verbraucher konventionell zu beliefern – auch um das Stromnetz zu entlasten. Mit der Realisierung des Wasserstoff-Wind-Biogas-Hybridkraftwerks in Prenzlau ist ein Erprobungsstandort installiert worden.

Neben stationären dezentralen Anwendungen bieten erneuerbare Treibstoffe das Potenzial, auch in Fahrzeugen genutzt zu werden. Dies hätte den Vorteil, auch konventionelle Fahrzeugtechniken für Mittel- und Langstrecken wirtschaftlich einsetzen zu können.

Der Bereich der Wasserstofftechnologie-/Brennstoffzellenforschung ist mit einer Reihe von Forschungsinstituten und Unternehmen in der Region gut ausgeprägt. Das Wasserstoff- und Speicherforschungszentrum an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus-Senftenberg belegt das Zusammenwirken von Wasserstofftechnologien und Entwicklungen im Mobilitätssektor. Hier bestehen umfassende Gemeinsamkeiten mit den Aktivitäten im Cluster Verkehr, Mobilität und Logistik Berlin-Brandenburg. Diese können durch weitere Cross-Cluster-Vernetzungsveranstaltungen nutzbar gemacht werden.

### 4.3 Energieeffizienz

Der Umwelttechnologieatlas des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) geht davon aus, dass die Energieeffizienz mit einem Umsatzanteil von 29 % an erster Stelle aller Themen der Umweltwirtschaft, noch vor der umweltfreundlichen Erzeugung, Speicherung und Verteilung von Energie,<sup>22</sup> steht.

Da das fachliche Spektrum von Energieeffizienztechnologien sehr weit ist, die einzelnen Themen jedoch stark miteinander verzahnt sind, wurde im Fortschreibungsprozess<sup>23</sup> des Masterplans eine Fokussierung auf die beiden Technologiefelder „Energieeffizienzmaßnahmen in Gebäuden“ sowie „Energieversorgung von Quartieren und Stadtteilen“ vorgenommen.<sup>24</sup> Dem Bereich Energieeffizienz mit den beiden identifizierten Technologiefeldern kommt innerhalb des Berliner Energiewendegesetzes<sup>25</sup> sowie der Energiestrategie 2030 des Landes Brandenburg<sup>26</sup> mit signifikanten Einsparzielen<sup>27</sup> ebenfalls eine zentrale Bedeutung zu. In der Region sind ca. 26.000 Personen in der Effizienzbranche beschäftigt. Dieses Branchensegment wächst überdurchschnittlich.<sup>28</sup>

#### Technologiefelder Energieeffizienz in Gebäuden, energetische Versorgung von Quartieren und Arealen

Zu diesen beiden Technologiefeldern ist eine Reihe universitärer und außeruniversitärer Forschungseinrichtungen in der Region vorhanden. Nach wie vor kann die Verzahnung

zwischen Forschungsinstitutionen und Unternehmen weiter ausgebaut werden. Aufgrund der hohen Nachfrage in Berlin-Brandenburg ist die Region als Testmarkt für neue Technologien gut geeignet.

Aktuell werden Bedarfe zu folgenden Themen genannt:

- Wärmeerzeugung in energieeffizienten Gebäuden (z. B. wärmepumpenbasierte Heizungssysteme, kleine Blockheizkraftwerke), z. T. in Verbindung mit Technologien zur Wärmespeicherung
- Vernetzung und Einbeziehung der IKT zur intelligenten Energiesteuerung in Gebäuden (Integration von Smart-Meter-/Smart-Home-Technologien)
- Gebäudetechnik (effiziente Beleuchtung, Warmwasserbereiter mit Druckluft)
- Gebäudedämmung (Einsatz biogener Fasermaterialien als Isoliermaterialien)
- Smart-Grid-Ansätze für Standorte und Quartiere

In einem Pilotprojekt des Leibniz-Instituts für Agrartechnik und Bioökonomie (ATB) ist ein Institutsneubau vorgesehen, der mit biogener Dämmung in Verbindung mit einer Heizungsanlage für selbst geerntete Energierohstoffe betrieben wird.

Diese beiden Technologiefelder zeichnen sich durch einen hohen Innovations- und Anwendungsbezug aus und sind in mehreren Anwendungsfeldern verortet (vgl. Kapitel 6).

<sup>22</sup> Prognos (2016): Potentialstudie der Energieeffizienztechnologien in Berlin-Brandenburg, Berlin, S. 25.

<sup>23</sup> Orphoz (2015): Cluster Energietechnik Berlin-Brandenburg, Abschlussbericht, Berlin, S. 14.

<sup>24</sup> Anwendungen der Energieeffizienztechnologien für industrielle Prozesse sind im entsprechenden Systemfeld aufgeführt.

<sup>25</sup> Berliner Energiewendegesetz (EWG Bln, in Kraft getreten am 6.4.2016).

<sup>26</sup> Ministerium für Wirtschaft und Energie des Landes Brandenburg (2012): Energiestrategie 2030 des Landes Brandenburg, Potsdam.

<sup>27</sup> Bis zum Jahr 2030 soll in Brandenburg der Energieverbrauch gegenüber dem Jahr 2007 um 23% gesenkt werden. Ministerium für Wirtschaft und Energie des Landes Brandenburg (2012): Energiestrategie 2030 des Landes Brandenburg, Potsdam. Berlin soll bis 2050 klimaneutral werden.

<sup>28</sup> Prognos, ebenda.

Bei einzelnen Technologiethemen zeigt sich jedoch, dass der alleinige Nachweis der Machbarkeit für eine erfolgreiche Innovation nicht ausreicht. Vielmehr ist in Pilotanwendungen eine punktuelle Nachfrage zu erzeugen und diese entsprechend zu kommunizieren. So kann einhergehend ein wirtschaftlich interessantes Angebot hergestellt werden, mit dem erste Marktsegmente erschlossen werden können. Dies bedarf einer begleitenden Markterschließungsbetreuung, die über die bisher üblichen, zumeist finanziellen Förderprogramme hinausgeht.

Die Maßnahmen sind in einen strategischen Kontext mit dem Ziel zu bringen, die Wertschöpfung möglichst mit regionalen Akteuren zu komplettieren. Hierbei sind auch Akteure außerhalb des Clusters Energietechnik anzusprechen, beispielsweise Vertreter der Metall- und Kunststoffindustrie und der Wohnungswirtschaft. Innovationen und Lösungen sind im Bereich der Energieeffizienz vorhanden. Jedoch sind starke anwendungsbezogene und regulatorische Hemmnisse in der Umsetzung zu überwinden. Daher sind auch Nutzer, Bewohner und weitere Schlüsselvertreter (Fachverbände und Politik) mit einzubeziehen, um neben den reinen technischen Energiethemen auch verhaltens- und nutzungsabhängige Effizienzmaßnahmen in Test- und Pilotumgebungen erproben zu können und regulatorische Weiterentwicklungen zu stimulieren. Zudem können Koprodukte und -dienstleistungen (Sicherheit, gesundheitliche Pflege u. a.) im Bedarfsfall entwickelt werden. Dies sichert die Akzeptanz ab und ermöglicht eine breitere Vermarktungsbasis, die auch dazu beiträgt, notwendige Systeminvestitionen zu finanzieren.

#### 4.4 Turbomaschinen und Kraftwerkstechnik

Der Bereich der Turbomaschinen und Kraftwerkstechnik (TuK) kann auf eine lange Tradition in der Hauptstadtregion zurückblicken. Das seit Anfang der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts akkumulierte Know-how auf dem Gebiet von Dampfturbinen wurde auf die Entwicklung und Fertigung von Gasturbinen transferiert. Heute resultiert daraus auf diesem Gebiet eine weltweit signifikante Zusammensetzung globaler Akteure am Standort Berlin-Brandenburg. Beispielsweise decken einige angesiedelte Unternehmen im Bereich der Turbo- und Gasmaschinen ein breites Spektrum der weltweiten Nachfrage ab.

Weitere Kraftwerksthemen resultieren insbesondere aus der neuen Herausforderung der Integration erneuerbarer Energien. Damit verbunden ist die Steigerung der Flexibilität bei den Kraftwerken. Dies erfordert weitere Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen, sowohl auf der Komponenten- als auch der Prozess- und Systemebene.

Des Weiteren ist in der Region die Forschungskompetenz sowohl für Turbomaschinen- und Kraftwerksthemen als auch für die Luftfahrtthemen an zahlreichen Universitäten, Hochschulen, Forschungsinstituten sowie Innovations- und Gründerparks vertreten. Unter anderem bietet das Innovationscluster „Maintenance, Repair and Overhaul (MRO) in Energie und Verkehr“ des Fraunhofer-Instituts für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik (IPK) und des Fraunhofer-Instituts für Zuverlässigkeit und Mikrointegration (IZM) Kompetenzen für ressourcenschonende und

energieeffiziente MRO-Prozesse und -Technologien. Die Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg wie auch die Technische Universität Berlin entwickeln innovative Kraftwerkstechnologien. Weitere Aktivitäten auf der Seite von Turbomaschinen für die Luftfahrt werden durch die Berlin-Brandenburg Aerospace Allianz (BBAA) gebündelt und unterstützt. Ergänzend sei der Netzwerkansatz CEBra – Centrum für Energietechnologie Brandenburg e.V. genannt. Der technologisch orientierte Verein nutzt die Kompetenzen der Energielehrstühle an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus-Senftenberg, um die Grundlagenforschung anzuwenden, welche der Entwicklung zukunftsweisender Technologien entlang der gesamten Prozesskette der Energietechnik und -versorgung dient.

Im Bereich der Turbomaschinen und Kraftwerkstechnik sind in Berlin-Brandenburg insbesondere die Technologiefelder stationäre Turbomaschinen, dezentrale Technologien im Kontext der Kraftwerkstechnik sowie die Kraftwerkstechnik selbst verortet.

### **Technologiefeld Stationäre Turbomaschinen**

Das Technologiefeld ist sowohl forschungsseitig als auch hinsichtlich der wirtschaftlichen Verwertung in der Region stark vertreten.<sup>29</sup> Global agierende Unternehmen entwickeln und fertigen in der Region für den weltweiten Markt. Obwohl dieser Bereich vonseiten der Wissenschaft derzeit wenig Drittmittel einwirbt, hat dieser – für die Energietechnik wichtige – Grundlagenbereich eine stimulierende Wirkung, beispielsweise auf dezentrale Anwendungen der Turbomaschinen- und Kraftwerkstechnik. Das Institut für Strömungsmechanik und Technische Akustik“ (ISTA) mit dem Fachgebiet „experimentelle Strömungsmechanik“ der Technischen Universität Berlin beschäftigt sich unter anderem mit kombinierten Anwendungen der Gas- und Dampfturbinentechnologie in Mikrogasturbinen.

Aktuelle Forschungsthemen, unter anderem der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus-Senftenberg und der Technischen Universität Berlin, sind:

- Entwicklung ultraeffizienter Gasturbinen, Brennkammertechnik, Einsatz von Hochtemperaturwerkstoffen, Vermeidung von CO- und NO<sub>x</sub>-Bildung
- Ertüchtigung generativer Fertigungstechnologien für miniaturisierte Turbomaschinen
- Integration in digitale Steuerungstechniken

Während der Markt für große Gasturbinen weltweit stagniert bzw. rückgängig ist, entwickeln sich infolge der Dezentralisierung und der Einbindung erneuerbarer Energien neue Anwendungsfelder für kleinere Gasturbinen in der Größenklasse bis ca. 100 MW. Diese sind ebenfalls regelbar und können in einem modularen System, je nach aktueller Energienachfrage, bedarfsweise zugeschaltet werden. Ebenso können sie auch im Verbund mit erneuerbaren Energien, wie z. B. Windkraft, Photovoltaik und Biogasanlagen, betrieben werden. Spezielle Herausforderungen bestehen in der Verwertung regenerativ erzeugten Wasserstoffs als Zumischung im Brenngas. Jedoch werden auch fertigungstechnische Herausforderungen durch die kleineren Bauformen sichtbar. Die Herstellung komplexer, hochtemperaturfester Metallstrukturen von Komponenten für Turbomaschinen wird durch generative Fertigungsverfahren (Rapid Manufacturing) ermöglicht. Ein Großunternehmen hat hierzu ein spezielles Kompetenzcluster zu 3-D-Technologien etabliert.

Um diese Technologiepotenziale zu nutzen, sind Integration und der gemeinsame Austausch zwischen Herstellern, Energieerzeugern/Versorgern und Zulieferern in den verschiedenen Geschäfts- und Clusteraktivitäten weiter zu fördern.

<sup>29</sup> Vgl. Orphoz (2015): Cluster Energietechnik Berlin-Brandenburg, Abschlussbericht, Berlin, S. 12. Im Bereich der stationären Turbomaschinen sind über 50 Wissenschaftler, vor allem an der BTU Cottbus-Senftenberg wie auch an der TU Berlin mit sechs bzw. zwei relevanten Lehrstühlen in Kooperation mit Großunternehmen in diesem Bereich tätig.

### **Technologiefeld Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) und Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung (KWKK)**

Im Bereich dezentraler Technologien sind vorwiegend kleinere und mittlere Unternehmen (KMU) in der Region vertreten. Beispielsweise wurde bei einem KMU die technische Machbarkeit von Mikrogasturbinen im Prototypen- und Pilotstadium nachgewiesen. Dabei kommen auch neue additive Fertigungsverfahren zum Einsatz, ohne die die komplexe Bauteilstruktur der Mikrogasturbine fertigungstechnisch kaum realisierbar ist. Im Zusammenwirken mit der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus-Senftenberg werden derzeit innovative Ansätze der Rekuperation sowie Kombination mit Hochtemperaturbrennstoffzellen zur weitergehenden Ausnutzung des Kraftstoffeinsatzes erprobt und in Richtung Marktfähigkeit entwickelt.

Der Bereich der dezentralen Technologien der Kraftwerkstechnik ist mit einem signifikanten Anteil eingeworbener Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationsdrittmittel in der Region vertreten.<sup>30</sup> So befasst sich beispielsweise ein größeres Kooperationsprojekt im Bereich der Wärmenutzung mit einem Feldtest zur Absorptionskältetechnik für Kraft-Wärme-Kälte-Kopplungs(KWKK)-Systeme. Dabei werden Niedrigtemperaturenergien zwischen 55 °C und 110 °C genutzt, um Kälte zwischen 6 °C und 16 °C zu erzeugen.<sup>31</sup> Ebenso erforscht wird die Eignung der Anlagentechnik für Wärmepumpenanwendungen. Generell besteht im Bereich der dezentralen Wärmeerzeugung und -nut-

zung (Kraft-Wärme-Kopplung KWK bzw. KWKK) ein hohes CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial, insbesondere im Zusammenwirken mit der Nutzung industrieller Prozessabwärme.<sup>32</sup> Hierbei sind technologische Lösungen zur Koppelung strom- und wärmebasierter Energiewandlungen gefragt, insbesondere zur Nutzbarmachung von Wärmeenergien auf niedrigen Temperaturniveaus.

Weitere Forschungs- und Entwicklungsthemen neben dem zentralen Thema der Kraft-Wärme-Kopplung sind:

- Kopplung unterschiedlicher Systeme zur Verbesserung des Gesamtwirkungsgrades, z. B. Mikrogasturbine mit Rekuperator und nachgeschalteter Hochtemperaturbrennstoffzelle
- Entwicklung betriebsrobuster und wartungsarmer Anlagentechnik

Hierfür dienlich ist eine lokal fokussierte Technologieförderung, z. B. im Raum Cottbus oder Berlin, zur weiteren Pilot- und Felderprobung der neuen, kombinierten Technologien sowie zur Stimulierung weiterer Ansiedlungen und Gründungen von Kompetenzträgern. Allerdings bremsen die gegenwärtig zu entrichtenden Abgaben für die Netznutzung die Entwicklung und Erprobung dezentraler Energiewandlungstechnologien. Hierfür sind zumindest für Prototypen- und Pilotanlagen Ausnahmegenehmigungen einzuholen.

<sup>30</sup> Orphoz: Cluster Energietechnik Berlin-Brandenburg, Abschlussbericht 14.12.2015, S. 13.

<sup>31</sup> Feldtest Absorptionskältetechnik für KWKK-Systeme, online unter:

[www.eneff-stadt.info/de/neue-technologien/projekt/details/feldtest-absorptionskaeltetechnik-fuer-kwkk-systeme/](http://www.eneff-stadt.info/de/neue-technologien/projekt/details/feldtest-absorptionskaeltetechnik-fuer-kwkk-systeme/), abgerufen am 29.1.2017.

<sup>32</sup> Prognos (2016): Potentialstudie der Energieeffizienztechnologien in Berlin-Brandenburg, Berlin, S. 40

**Technologiefeld Kraftwerkstechnik**

Das Technologiefeld Kraftwerkstechnik ist unternehmensseitig von industriellen Großanwendern geprägt. Auf der Forschungsseite steht geringen Förderquoten für Drittmittelprojekte eine vergleichsweise hohe Anzahl von Wissenschaftlern gegenüber.<sup>33</sup> Dies lässt sich durch eine weitgehende Absorption der Forschungskapazitäten durch die ansässigen Industrieunternehmen erklären.

In diesem Feld sind auch weiterhin gemeinsame Forschungsschwerpunkte im Zusammenwirken zwischen Wirtschaft und Wissenschaft zu erkennen und abzustimmen, etwa vor dem Hintergrund der CO<sub>2</sub>-Reduktion und Temperaturabsenkung bei der Fernwärmeerzeugung im Schnittfeld mit dem Technologiefeld Kraft-Wärme-Kopplung. Auch können Schnittmengen zur Turbo- und Luftfahrttechnik identifiziert werden. Es empfiehlt sich, die vorhandene Außenvertretung und Interessenvertretung der Region beizubehalten, um die ansässige Wertschöpfungskapazität durch Stimulation von Technologieinnovationen zu halten und auszubauen.

---

<sup>33</sup> Orphoz: Cluster Energietechnik Berlin-Brandenburg, Abschlussbericht 14.12.2015, S. 14.

## Anwendungs-/Wertschöpfungsfelder und TOP-Innovationsthemen

Die vorangegangenen Überlegungen und Ergebnisse werden in einer Matrixdarstellung fortgeschrieben. Dabei kreuzen sich Technologiefelder<sup>34</sup> mit Anwendungs-/Wertschöpfungsfeldern. In den Schnittflächen sind Innovationsfelder mit Themen von besonderer Bedeutung für die zukünftige Entwicklung der Energietechnik in der Region eingeordnet. Diese werden in der Regel durch einen Verbund von Akteuren bedient: Hersteller von Komponenten und Systemlösungen, Zulieferer, Engineeringdienstleister und Betreiber. Oft kommen Kompetenzen aus mehreren Technologiefeldern, zum Teil aus unterschiedlichen Branchen, zusammen. Neben der Lösungskompetenz ist daher auch eine Anwendungskompetenz gefragt. Marktverständnis, Kenntnis konkreter Bedarfsstrukturen sowie Zugangskanäle zum Kunden sind entscheidend für den wirtschaftlichen Erfolg der Innovationen. Hier werden der Einfluss wie auch

die wirtschaftlichen Möglichkeiten digitaler Kommunikationskanäle sichtbar. Aus dieser Zusammenstellung heraus resultiert für eine effektive Innovationsunterstützung das Zusammenbringen der notwendigen Akteure für technische Lösungen und Vermarktung.

Wie lassen sich die Strukturen vermarktungsseitig differenzieren? In der Energiewirtschaft bietet sich die Unterteilung in die Verbrauchssektoren an. Dabei stellt neben den Sektoren Industrie/Gewerbe (industrielle Prozesse), Haushalte (Gebäude/Quartiere/Gewerbe- und Industrieareale) und Verkehr (Infrastruktur für Mobilität) die Energieerzeugung selbst einen zu differenzierenden Sektor dar, der für eine sichere, nachhaltige und wirtschaftliche Energieerzeugung steht.

### Endenergieverbrauch Berlin

Verbrauch Sektoren: 207.677 TJ

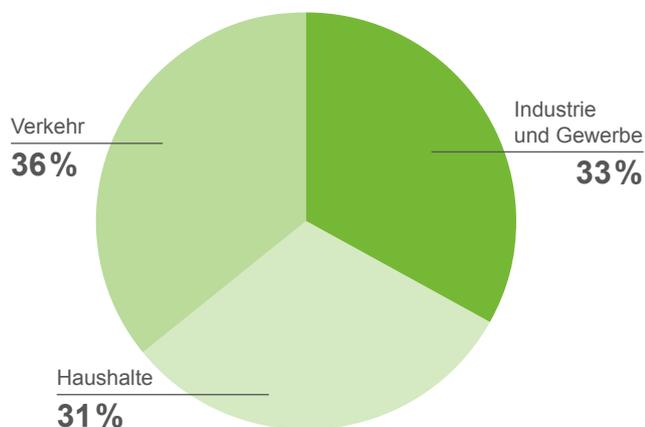


Abbildung 4: Endenergieverbrauch Berlin nach Sektoren 2014 [in TJ];  
Quelle: Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (2017): Statistischer Bericht E IV 4 – j / 14, Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz in Berlin 2014

### Endenergieverbrauch Brandenburg

Verbrauch Sektoren: 283.885 TJ

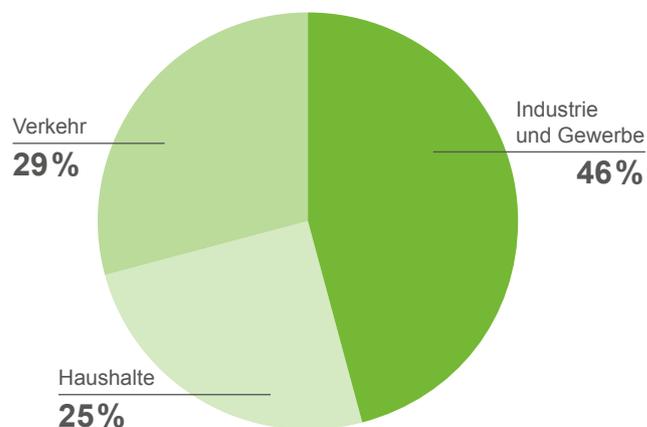


Abbildung 5: Endenergieverbrauch Brandenburg nach Sektoren 2014 [in TJ];  
Quelle: Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (2017): Statistischer Bericht E IV 4 – j / 14, Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz im Land Brandenburg

<sup>34</sup> Vgl. Orphoz (2015): Cluster Energietechnik Berlin-Brandenburg, Abschlussbericht, Berlin, S. 17 ff.

## 5.1 Digitale Technologien, Prozesse und Geschäftsmodelle

Der Begriff der Digitalisierung bezeichnet einen seit ca. zwei Jahrzehnten andauernden Trend, in dem Informations- und Kommunikationstechnologien als Querschnittstechnologien verstanden werden, die alle wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Bereiche zunehmend durchdringen. Diese wirken dabei tief auf die Produktions-, Prozess-, Sicherheits- und Wertschöpfungsmechanismen, wie z. B. „Maschine-zu-Maschine-Kommunikation (M2M)“ und „Internet der Dinge (IoT)“, ein.

Die Digitalisierung führt zu umwälzenden Veränderungen in allen Technologie- und Anwendungsfeldern und verbindet eine Reihe von Innovationsthemen miteinander. Es ergeben sich auch zahlreiche übergreifende Schnittstellen zu anderen Branchen bzw. Clustern. Beispielsweise verbindet das Thema Smart Home die Branchen IKT, Energie, Immobilien und Gesundheit.

Folgende Aspekte bestimmen den Begriff Digitalisierung und den Grad ihrer Entwicklung, auch in der Energietechnik, maßgeblich:<sup>35</sup>

- Verwendung digitaler Methoden/Techniken („Smart Meter statt analoge Zähler“)
- Vernetzung eines Produkts/Systems mit seiner Umwelt bzw. anderen Systemen (Sektorenkopplung)
- Art und Weise der Kommunikation mit Bedienern (intuitiv, haptisch, vorausschauend)
- Anpassung von Prozessen an digitale Möglichkeiten (positives Beispiel: Prognose der Rückkehr der einzelnen Bewohner und der damit einzustellenden individuellen Wärmeregulung)
- Umsetzung neuer Geschäftsmodelle mit digitalen Mitteln (Peer-to-Peer-Handel, Sharing-Portale u. a.)

Die Vernetzung unterschiedlicher Systeme verbindet Informationen aus verschiedenen Anwendungen und Branchen zu neuen Mehrwerten und führt zu einem „Internet der Energie“. Neue digitale Energiedienstleistungen (z. B. von allgemeinen Prognosen zu individuellen initiativen Einsparempfehlungen), Prosumer-Vertriebsmodelle, Bereitstellung von Systemdienstleistungen aus dezentralen Ressourcen, bidirektionales erzeugungs- und netzdienliches Laden, Modelle der Sharing Economy und vorausschauende Instandhaltung mit digitalen Technologien seien hier exemplarisch genannt. Eine besondere Beachtung verdient die Blockchaintechologie (BCT), die zukünftig tief greifende Veränderungen in der Vernetzung und in Geschäftsmodellen verspricht.

Eine Schlüsselrolle aus rechtlicher, gesellschaftlicher und letztendlich wirtschaftlicher Sicht nehmen die Themen IT-Reliability, -Safety und -Security zur Sicherstellung der nachhaltigen und wirtschaftlichen Energieversorgung ein. Insbesondere in den Themenbereichen „Sicherheit mit IT“ und „IT-Sicherheit“ als von der innoBB definierte Querschnittsthemen gilt die Hauptstadtregion als Schaufenster zahlreicher Best-Practice-Lösungen für vielfältigste Sicherheitslösungen. Chancen, Risiken, internationale Herausforderungen und nationale Hemmnisse sind dabei auszubalancieren. Von vielen Anwendern wird hier eine hohe Sensibilität eingefordert und ein hoher Bedarf der technologischen wie auch ausbildungsseitigen Weiterentwicklung gesehen. In den Technologiefeldern sind die eng verbundenen Themen IKT-Architektur, Plattformen, IT-Kommunikation für Smart Grids/Markets und Big Data Advanced Analytics verortet.

<sup>35</sup> Vgl. Keese, Christoph (2016): Silicon Germany, München.

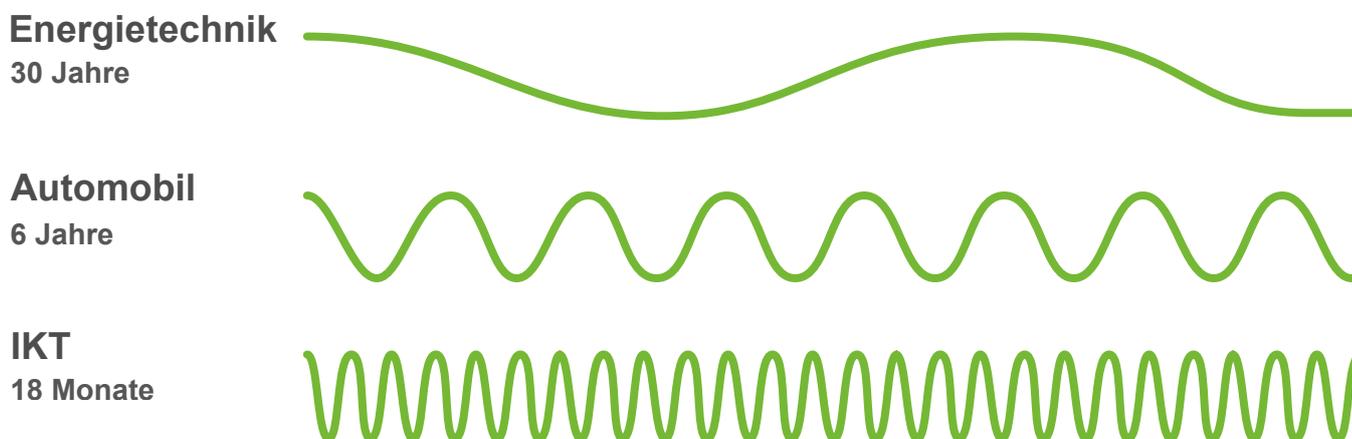


Abbildung 6: Unterschiedliche Innovationszyklen der Energie-, Automobil- und IKT-Branche; Quelle: i-vector.

In der Region Berlin-Brandenburg sind zahlreiche innovative Unternehmen und Start-ups angesiedelt, die breite Entwicklungsperspektiven in diese Richtung bieten und häufig nicht originär aus der Energiebranche stammen. Die Anzahl der Arbeitsplätze dürfte hier in den nächsten zehn Jahren erheblich zunehmen. Die regionale Forschungs- und Entwicklungskompetenz bei wissenschaftlichen Einrichtungen und Unternehmen bieten dafür eine hervorragende Ausgangsbasis.

Im globalen Vergleich besteht in Deutschland ein erhebliches und dringliches Nachholpotenzial in puncto Digitalisierung.<sup>36</sup> In der Region Berlin-Brandenburg kann die Wirtschaftskraft durch Investitionen in diesen Bereich abgesichert und gestärkt werden. Das Erreichen der Energieziele und die Sicherung von Marktanteilen im Energiesektor hängen davon in erheblichem Maß ab. Die Frage nach heute berechenbaren Geschäftsmodellen der Zukunft stellt häufig ein Hemmnis dar. Die Regeln der Digitalisierung folgen eher den Prinzipien des Ausprobierens und der Agilität.

Als konkrete Empfehlungen sind der flächendeckende Ausbau der Vernetzung (Kommunikation, Datenkapazitäten,

-leitungen und -speicher) zu nennen sowie die Förderung der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten und branchenübergreifenden Start-ups u. a. durch etablierte Unternehmen in Experimentierräumen und Digital Labs.

Konkrete Vorschläge sind zum Thema „Open Data-Plattform Berlin“ unterbreitet worden, die durch das Cluster vorangetrieben und mit konkreten Anwendungen und Akteuren gespeist werden, insbesondere auch aus öffentlichen Einrichtungen. Dieser Ansatz kann auch auf Brandenburg erweitert werden. Eine erste Open Data-Plattform wurde durch einen Berliner Stromnetzbetreiber im Kontext Netzdaten realisiert.

Damit ist sowohl ein „Change of Mind“, also ein Wandel des Bewusstseins, als auch das Auflösen bestehender Regeln verbunden, die eine Adaption sowie eine beschleunigte Entwicklung hemmen. Eine besondere Beachtung erfordert das Zusammentreffen der unterschiedlichen Innovationszyklen der Branchen Energie, Automobil und IKT.

<sup>36</sup> Die digitale Transformation gestalten – Ein Stimmungsbild aus dem Human-Resources-Kreis von acatech und Jacobs Foundation, acatech Impuls, April 2016.

## 5.2 Anwendungs-/Wertschöpfungsfeld Energieerzeugung

Die Energiewirtschaft befindet sich derzeit in einem Transformationsprozess. Zum einen erfordern die Ziele im Kontext der Energiewende eine umfassende Integration erneuerbarer Energien, zum anderen muss die Versorgungssicherheit bei verbesserter Servicequalität weiterhin aufrechterhalten werden. Digitale Technologien unterstützen bei der Bewältigung dieses Zielkonfliktes und dürfen kein Risiko für die Resilienz kritischer Infrastrukturen mit sich bringen. Gleichsam können sich bislang branchenfremde Unternehmen über digitale Lösungen in der Energiewirtschaft als neue Wettbewerber etablieren und im Extremfall mit neuen Geschäftsmodellen den Markt grundlegend verändern. Eine Investition in die eigenen konkurrierenden Ressourcen, die zum unternehmensinternen Wettbewerb „analog vs. digital“ führt, empfiehlt sich in vielen Fällen, bevor Externe die eigene Existenz bedrohen. Eine weitere Herausforderung stellt sich den Unternehmensbereichen Führung, Kommunikation und Organisation, von denen künftig gefordert wird, mehr in Netzwerken zu denken und zu arbeiten sowie Hierarchien zu verkleinern.

Entscheidend für den Markterfolg einer Innovation ist das Wirtschaftlichkeitsprinzip für alle Beteiligten, aber nicht zuletzt auch für den Kunden. Bei einigen der kürzlich entwickelten Ansätze, wie z. B. der Einführung von Smart-Meter-Systemen oder von Virtuellen-Kraftwerks-Konzepten, sind die Vorteile für den Kunden noch nicht ausreichend ausgearbeitet und herausgestellt worden. Hier ist entscheidend, nachzustellen und die Konzepte in Richtung einer allseitigen Vorteilhaftigkeit weiterzuentwickeln.

Exemplarisch seien die folgenden Innovationsfelder beschrieben.

### **Innovationsfeld energetische Abfall- und Klärschlammverwertung**

Restabfälle von Haushalten, Gewerbe und Industrie werden größtenteils thermisch verwertet. Die dabei entstehende Energie wird als Strom, (Fern-)Wärme und/oder Prozessdampf genutzt. Dabei liegt der durchschnittliche Gesamtnutzungsgrad bei ca. 50 %.

Ähnlich wird der bei der Abwasserbehandlung anfallende Klärschlamm in Kohlekraftwerken, Müllverbrennungs- oder in speziellen Klärschlammverbrennungsanlagen verbrannt. Eine weitere alternative Nutzung bietet die thermische Verwertung in effizienten Kraft-Wärme-Kopplungs(KWK)-Kraftwerken, die mit Filtertechnik speziell für diese Abfallstoffe ausgestattet sind. Sind im Abwasser besonders viele organische Stoffe enthalten, eignet es sich zudem für die Erzeugung von Biogas. Dieses Gas kann entweder als Brennstoff direkt genutzt oder in einem Blockheizkraftwerk in Strom und Wärme umgewandelt werden.

Bisher werden in Berlin anfallende Haushalts- und Gewerberestabfälle größtenteils im Müllheizkraftwerk Ruhleben verwertet oder nach der Verarbeitung zu Ersatzbrennstoffen in Zementwerken außerhalb Berlins und im Wärmekraftwerk Jänschwalde im Südosten Brandenburgs als Brennstoff eingesetzt. Im Müllheizkraftwerk hat die Berliner Stadtreinigung (BSR) bereits die Hälfte der Verbrennungslinien durch effizientere Kessel ersetzt. Zudem ist eine Verwertung der Ersatzbrennstoffe in effizienten KWK-Anlagen in Berlin empfehlenswert und geplant. Die Berliner Wasserbetriebe (BWB) haben in ihrer Klärschlammverwertungsstrategie von 2014 festgelegt, vollständig auf die eigene thermische Verwertung des anfallenden Klärschlammes umzurüsten. Zudem wird ein gemeinsames Verwertungskonzept mit der BSR erarbeitet. Gemäß der novellierten Klärschlammverordnung, mit deren Verkündung im Herbst 2017 zu rechnen ist, wird eine Rückgewinnung von Phosphor für Kläranlagen ab einer Ausbaugröße von 50.000 Einwohnerwerten (EW) 15 Jahre und ab 100.000 EW zwölf Jahre nach Inkrafttreten der Verordnung vorgeschrieben. Damit wird sich perspektivisch auch in Brandenburg eine Reduzierung des Klärschlammanteils ergeben, der direkt auf die Felder und Äcker zur Düngung aufgebracht wird. Bei der Verfahrensentwicklung zur Phosphorrückgewinnung werden auch energetische Aspekte eine Rolle spielen. In Berlin und Brandenburg gibt es eine Vielzahl von öffentlichen und privaten Unternehmen sowie wissenschaftlichen Einrichtungen, die sich mit der effizienteren energetischen Verwertung von Abfall und Klärschlamm beschäftigen, wie beispielsweise: Berliner Wasserbetriebe (BWB), Berliner Stadtreinigungsbetriebe (BSR), Stadtentsorgung Potsdam (STEP), Vattenfall, Remondis, Kompetenzzentrum Wasser

Berlin (KWB), TU Berlin (Institut für technischen Umweltschutz, FG Siedlungswasserwirtschaft), Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg (BTU) und die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA) – Landesverband Nord-Ost.

Das Innovationsfeld hat außerdem einen engen Bezug zum Anwendungsfeld industrielle Prozesse.

### **Innovationsfeld Recycling/„2nd Life“ von Energietechnikkomponenten**

Zum gezielten Aufbau von Recyclingstrategien und -technologien braucht es Informationen zu den eingesetzten Materialien. Wichtige Recyclingstoffe im Energiesektor sind bspw. Metalle (Kupfer, Aluminium), Halbmetalle (seltene Erden, Silizium), Elektronik (Kabelreste) und Kunststoffe. So können z. B. die Materialien von Rotorblättern und die Komponenten von Solarmodulen, Batterien und Leistungselektronik wiederverwendet werden (2nd Life). Diese Themen sind verstärkt Gegenstand von Forschungs- und Entwicklungsprojekten.

Viele Erneuerbare-Energien-Projekte sind auf eine Dauer von 20 Jahren angelegt, auch in Hinblick auf die EEG-Förderung. Allerdings erreichen nicht alle technischen Komponenten diese Vorgabe, während andere sie weit übertreffen. Auch das sogenannte Repowering im Windkraftbereich trägt maßgeblich zum Recyclingmaterialanfall bei. Neben den alten Rotorblättern sind auch die Recyclingkapazitäten aus Produktionsabfällen nicht zu vernachlässigen. Remondis beispielsweise rechnet 2017 mit bundesweit mehr als 9.000 Tonnen Recyclingmaterial aus Rotorblättern. Bis 2021 soll diese Zahl auf rund 16.000 Tonnen jährlich ansteigen (Wirtschaftswoche, 2017).

Für Rotorblätter liegt der Fokus aktuell auf dem mechanischen und chemischen Recycling, da Rotorblätter mittlerweile nicht nur aus Glasfaserverbundwerkstoffen (GFK), sondern auch aus Carbonfaserverbundwerkstoffen (CFK) hergestellt werden. In diesem Bereich forschen u. a. der Forschungsbereich Polymermaterialien und Composite PYCO des Fraunhofer IAP (chemisches Recyclingverfahren) und die Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg (BTU).

In vielen industriellen Anwendungsbereichen kommen zudem Katalysatoren zum Einsatz – sowohl in der Abgasreinigung als auch in der Produktion. In Biogasanlagen und der Umwelttechnik sind sie ebenso unentbehrlich wie in der Erdölverarbeitung und der chemischen Industrie. Auch Brennstoffzellen funktionieren nur mit einem edelmetallhaltigen Katalysator (ReMetall Deutschland AG – Innovationspreissieger 2016). Aber auch Altkatalysatoren gehören zurück in den Wertstoffkreislauf, da sie wertvolle Edelmetalle enthalten.

In der Hauptstadtregion sind zudem bereits Kompetenzen im Solarrecycling vorhanden, z. B. bei den Firmen ALBA und Envaris.

Das Innovationsfeld hat außerdem einen engen Bezug zum Anwendungsfeld industrielle Prozesse.

### **Innovationsfeld digitale Sicherheit, Resilienzerhöhung der Energienetze**

Mit der steigenden Komplexität digitalisierter Energieversorgungssysteme müssen vorhandene Sicherheitsmechanismen angepasst werden. Besonders der Schutz sog. „kritischer Infrastrukturen“ ist dabei eine wichtige Aufgabe. Beispielsweise kann ein Ausfall oder die Beeinträchtigung der Energienetze direkt zu nachhaltig wirkenden Versorgungsengpässen und erheblichen Störungen der öffentlichen Sicherheit führen.

Neben (cyber-)kriminellen oder terroristischen Gefahren bergen auch Naturkatastrophen und besonders schwere Unglücksfälle ebenso wie Betriebsstörungen oder Systemfehler ein gehöriges Gefahrenpotenzial. Der effektive Schutz kritischer Infrastrukturen und besonders die Resilienzerhöhung der Energienetze erfordern deshalb eine umfassende Vorsorge sowie gemeinsame innovative Schutzkonzepte von Staat, Wissenschaft und Betreibern.

Als Hauptstadtregion ist Berlin-Brandenburg ein Knotenpunkt vieler moderner Infrastrukturen und beherbergt eines der größten IT-Cluster Deutschlands. Als größte Stadt zwischen Paris und Moskau verfügt Berlin zudem über die größten Netze für Wasser, Fernwärme, Erdgas, Strom und öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) in Mitteleuropa.

Für ein anzustrebendes Energieversorgungssystem mit vielen dezentralen, fluktuierenden Stromspeisern und smarter Steuerung von Erzeugern und Verbrauchern ist (angesichts der latenten Gefährdung von IKT- und Stromsystem) der resiliente Erhalt der Versorgungssicherheit essenziell.

Zahlreiche Unternehmen in der Hauptstadtregion, die sich mit IT-Sicherheit befassen, passen Standardsoftware den jeweiligen Sicherheitsbedürfnissen an und bieten digitale Lösungen zur Zutrittskontrolle, Sensorik, zu virtuellen Techniken, zur Netzsicherheit, Verschlüsselung oder zu anderen smarten Lösungen an. Außerdem bieten regionale Kompetenzen in der Sicherheitsforschung den notwendigen Vorlauf für Produktinnovationen.

Unter Berücksichtigung des „Umsetzungsplans KRITIS“ (UP KRITIS), des IT-Grundschutzes und des IT-Sicherheitsgesetzes von 2015 bietet beispielsweise das Kompetenzzentrum Kritische Infrastrukturen (KKI) als regionales zertifiziertes Beratungs- und Dienstleistungsunternehmen Störungs-, Notfall- und Krisenmanagement in den Sektoren Energie und Wasser. Zum weiteren Leistungsspektrum gehören technisches Sicherheitsmanagement (TSM), Informationssicherheitsmanagementsysteme (ISMS) und Resilienzanalysen (Blackoutvorsorge).

Die Absicherung der gesamten Smart-Grid-Infrastruktur ist ein schwieriges Unterfangen. Zusammen mit den regionalen Strom- und Gasnetzbetreibern, wie z. B. 50Hertz, Stromnetz Berlin, GASAG, e.dis, den entsprechenden Dienstleistern und den regionalen Forschungseinrichtungen, z. B. TU Berlin, Fraunhofer FOKUS, Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg (BTU), müssen innovative Technologien und Dienstleistungen weiterentwickelt werden, um die Resilienzerhöhung der Energienetze in Berlin und Brandenburg noch weiter zu verbessern. So arbeitet z. B. das DAI-Labor (Distributed Artificial Intelligence Laboratory) an der Technischen Universität Berlin im Projekt ILias an der Entwicklung intelligenter Softwarelösungen für den Schutz kritischer Infrastrukturen u. a. im Strom- und Telekommunikationsbereich.

### **Innovationsfeld Mikro- und Kleingasturbinen**

Mikrogasturbinen (MGT) sind kleine, schnell laufende Gasturbinen mit einer elektr. Leistung von bis zu 250 kW. Ursprünglich wurden sie als leicht transportabler, effizienter und zuverlässiger Stromerzeuger entwickelt. Heute finden sie ihre Anwendung in erster Linie in der dezentralen Energieversorgung zur Erzeugung von Strom und Wärme: In Nah- und Fernwärmenetzen, größeren Wohnkomplexen, in Krankenhäusern und Hotelanlagen, aber auch in der produzierenden Industrie kommen sie zum Einsatz.

Die Vorteile der Mikrogasturbinen liegen einerseits darin begründet, dass sie einen nahezu konstanten Wirkungsgrad (Gesamtwirkungsgrad über 80 % im KWK-Einsatz) über ein breites Lastspektrum erzielen und eine Vielzahl von Brennstoffen nutzen können (Gase, Kerosin, Heizöl). Dazu kommen geringe Wartungskosten und Abgasemissionen. Darüber hinaus ist die Technologie vielseitig zu kombinieren bzw. anzubinden an weitergehende Einsatzzwecke, wie z. B. Trocknungsvorgänge durch direkte Abgasnutzung, Erzeugung von Warm- und Heißwasser über Abgaswärmetauscher (z. B. in Wärmenetzen und Schwimmbädern), Erzeugung von Kälte (über Absorptionskältemaschinen für Industrie und Raumklimatisierung) und Dampf.

Die Region Berlin-Brandenburg ist eine weltweit führende Industrieregion für Fertigung und Service an Turbomaschinen und beherbergt eine Reihe innovativer und spezialisierter Zulieferbetriebe. Die derzeit größten und leistungsstärksten Gasturbinen der Welt werden am Standort produziert. Neben der Fertigung kommen innovative Lösungen und Anwendungen bei Instandhaltung, Überholung und Modernisierung von Turbomaschinen im Bereich Prototypen- und Komponententest zum Einsatz.

Die Wissenschaft am Standort ist geprägt durch tiefgehende Kompetenzen in der Verbrennungs- und Strömungsforschung. Absatzmärkte finden sich zunehmend im Ausland, ein Großteil der regionalen Turbomaschinenfertigung wird dahin exportiert.

Mit der sinnvollen Kombination von Erzeugungstechnologien lassen sich je nach Situation Potenziale in Effizienz, Klimaneutralität und Wirtschaftlichkeit heben: In Brandenburg wird derzeit die Turbo-Fuel-Cell als neue Technologie führend entwickelt. Die Kombination von Mikrogasturbinen und Hochtemperaturbrennstoffzellen (SOFC) ermöglicht sehr hohe Wirkungsgrade (> 60 % bis zu 78 %). Nach den Laborentwicklungen sind erste Pilotanwendungen realisiert worden. Es wird ein großes Potenzial für den industriellen Einsatz erwartet, auch aufgrund stark fallender Preise für die Anlagenkomponenten auf dem weltweiten Markt.

Turbomaschinen sind komplexe, forschungs- und high-techintensive Produkte und bergen ein hohes Innovationspotenzial in sich. Dies gilt ebenso für Mikro- und Kleingasturbinen insbesondere in den Punkten höhere Effizienz, niedrigere Emissionswerte, die zunehmende Digitalisierung bei Wartung und Reparatur (MRO) und lebenszyklusübergreifende Ansätze (Life Cycle Engineering). Aber auch Aspekte der Materialforschung (Keramik, Beschichtung) und innovative Fertigungstechnologien wie 3-D-Druck (Additive Manufacturing) bzw. selektives Laserschmelzen (SLM) bilden zahlreiche Ansatzpunkte für technische Innovationen.

Beispiele für Akteure, die sich mit dem Thema befassen, sind die Beuth Hochschule Berlin, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg (BTU), Fraunhofer-Institut Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik (IPK), Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin (HTW), Technische Universität Berlin (TUB) und die Firmen Aurelia Turbines Oy und Euro-K GmbH.

Weitere, hier nicht näher beschriebene Innovationsfelder im Anwendungsfeld Energieerzeugung sind:

- Innovationsfeld **smarte Anschluss- und Regelungstechnik**
- Innovationsfeld **virtuelle Kraftwerke**<sup>37</sup>
- Innovationsfeld **Wärmespeicher als Zwischenspeicher zur Flexibilisierung von Kraftwerken** (i. V. m. dem Anwendungsfeld industrielle Prozesse)
- Innovationsfeld **Sektorenkopplung zur Netzstabilität und Gesamtsystemeffizienzerhöhung durch Speicher** (i. V. m. den Anwendungsfeldern industrielle Prozesse, Gebäude, Quartiere und Industrieareale sowie Energieinfrastruktur für Mobilität)

---

<sup>37</sup> Dieses Innovationsfeld beinhaltet auch die Themen Verbund- und Regionalkraftwerk.

### 5.3 Anwendungs-/Wertschöpfungsfeld industrielle Prozesse

Industrie und Gewerbe stellen den größten Verbrauchssektor dar. Hier bietet sich ein umfangreiches Anwendungsfeld für den Einsatz energieeffizienter Technologien und erneuerbarer Energien. Mit der schrittweisen Einführung von Automatisierungstechnik, intelligenter Prozesssteuerung bis hin zur Realisierung durchgängiger Informationsprozesse in Produktion und Planung können die Fabrikprozesse auch in Richtung verbesserter Energieeffizienz optimiert werden. Intelligente Anlagen- und Fabriksteuerungskonzepte (Industrie 4.0) ermöglichen die Berücksichtigung temporär verfügbarer Energieangebote. Große Regel- und Einsparungspotenziale bestehen bei thermischen Prozessen, insbesondere in Kombination mit der Nutzbarmachung von Prozess(ab)wärme. Diese können für Heiz- und Klimatisierungsanwendungen eingesetzt werden.

Exemplarisch seien die folgenden Innovationsfelder beschrieben.

#### Innovationsfeld Lastmanagement

Lastmanagement (kurz: LM, engl. demand site management, DSM) stellt eine sinnvolle Möglichkeit dar, das Stromnetz durch gezielte Flexibilisierung der Verbraucherseite zu stabilisieren, sobald erzeugungsseitig alle wirtschaftlich und technisch machbaren Möglichkeiten erschöpft sind. Insbesondere im Primär- und Sekundärregelenergiemarkt kommt Lastmanagement zum Einsatz.

In Ergänzung zum sektoren- oder spartenübergreifenden Energieübertrag findet sich Lastmanagement oft nah bei Großverbrauchern aus der Industrie wieder, z. B. in Öfen, Kältemaschinen oder bei Elektrolyseuren. Um auch kleinere, einzelne, flexible Lasten erschließen zu können, ist eine sichere und effiziente digitale Vernetzung notwendig, um in Echtzeit auf allen Netzebenen steuern zu können. Dabei werden viele verschiedene flexible Lasten mit Aggregatoren gebündelt und auf dem Regelenergiemarkt angeboten. Insbesondere träge Verbraucher im Bereich Wärme/Kälte bieten ein hohes Potenzial, z. B. Kühlhäuser und Gefriertruhen in Supermärkten, da sie flächendeckend zur Verfügung stehen.

Um Industrieprozesse in der Fertigung zu flexibilisieren, können netzentlastende Lastspitzen durch Einsatz von elektrischen Speichern verschoben werden. Ebenso bieten sich Elektrofahrzeuge mit ihren Speicherkapazitäten an, um regional netzdienliche Systemdienstleistungen anzubieten. Das sehr breit gefächerte Feld des LM kann nur durch intelligente Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik (MSR) und entsprechende zuverlässige IKT-Hard- und -Software sowie ökonomisch sinnvolle und gleichzeitig netzdienliche Marktmechanismen erschlossen werden.

Die Region Berlin-Brandenburg bietet sich in der Kombination aus Erzeugung im Flächenland Brandenburg und stetigen Lasten in Berlin als ideales Anwendungsgebiet an, um netzdienliches Lastmanagement durchzuführen. Die hohe Verfügbarkeit vieler mittelgroßer und kleiner Verbraucher in Berlin bietet die Chance, entsprechende Erprobungen in der Fläche zu realisieren, um netzdienliche Effekte zu realisieren.

Die Initiative „Meine Energie für meine Stadt“ sowie das Schaufensterprojekt „WindNODE“ spezialisieren und konzentrieren sich u. a. auf den anwendungsnahen und zukünftigen Einsatz von Lastmanagement bei verschiedenen Verbrauchern.

Relevante Akteure in diesem Innovationsfeld sind (Auszug): Vattenfall Wärme, Entelios AG, BTB - Blockheizkraftwerks-Träger- und Betreibergesellschaft Berlin, Grundgrün, Technische Universität Berlin, Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg (BTU). Ansatzpunkte für Innovationen bilden der Handel am Regelenergiemarkt, die Aggregation von Verbrauchern, die Entwicklung von Software- und Hardwarelösungen zur Anbindung und Erschließung von Verbrauchern sowie die wissenschaftliche Betreuung und Simulation von Lastmanagementprojekten.

### **Innovationsfeld Sektorenkopplung zur Netzstabilisierung und Gesamtsystemeffizienzerhöhung durch Speicher**

Durch die Zunahme fluktuierender Erzeuger, vorwiegend bestehend aus Wind- und Solarstromanlagen, steigt gleichzeitig der Bedarf an Regelenergie für das Übertragungsnetz. Um die Erschließung geeigneter Flexibilisierungsoptionen nachhaltig und effizient umzusetzen, stellt die Übertragung von Energie zwischen den Sektoren (Strom, Wärme, Gas und Mobilität) eine innovative Möglichkeit dar.

In den letzten Jahren wurde in der Region die technisch einfach umzusetzende Umwandlung von Strom zu Wärme (engl. Power-to-Heat – P2H) erfolgreich in das Energiesystem integriert (z. B. Adlershof „Blockheizkraftwerks-Träger- und Betreibergesellschaft Berlin“ (BTB) 6 MW th/el, „Fernheizwerk Neukölln AG“ (HKW Neukölln) 10 MW th/el). Das Geschäftsmodell beruht auf den Prinzipien des Regelenergiemarktes. Oft werden dabei große Wärmespeicher genutzt, um die Effizienz des Wärmesystems zu steigern.

Im Bereich von Strom zu Gas (engl. Power-to-Gas – P2G) gibt es in der Region erste Pilotanlagen (Enertrag - Hybridkraftwerk Prenzlau, E.ON - P2G Falkenhagen), um die Wirksamkeit zu demonstrieren.

Die spartenübergreifende Betrachtung eines Energiesystems wird zukünftig immer relevanter werden, um die Gesamtsystemeffizienz zu erhöhen und um einen Umstieg in Richtung 100 % erneuerbare Energien zu ermöglichen. Insbesondere die Verzahnung der unterschiedlichen Sektoren auf der Steuerungsseite im Betrieb durch Systemsynchronisierung stellt einen zukünftigen Bedarf dar. Komplementäre Eigenschaften zwischen den Energienetzen – Gas (Langzeitspeicherung), Wärme (kurzzeitige Speicherung), Stromnetz (schnelle Energieübertragung) und Mobilität (saisonunabhängiger Verbraucher) – haben ideale Voraussetzungen für die Realisierung der Energiewende.

In Berlin und Brandenburg finden sich die relevanten Sektoren in einem hervorragend geeigneten Umfang wieder. Insbesondere das große Fernwärmenetz in Berlin sowie die Erdgastransittrassen in Brandenburg haben großes Potenzial, um spartenübergreifend Energiemengen aus dem Stromnetz aufzunehmen. Zahlreiche Akteure aus Wissenschaft (BTU, GridLab, TUB), Infrastrukturbetreiber und Versorger (NBB, Vattenfall, 50Hertz, Stromnetz Berlin, BTB - Blockheizkraftwerks-Träger- und Betreibergesellschaft Berlin) treiben innovative Untersuchungen und Anwendungen in der Praxis voran. Aufgrund bereits sehr hoher und stetig wachsender Erzeugungskapazitäten von Windenergie in Brandenburg stellt die Sektorenkopplung ein Innovationsfeld der Region dar.

Kompetenzen in der Region haben (Auszug): Vattenfall Wärme, innovative Stadtwerke, Stromnetz Berlin, e.dis, E.ON, NBB Netzgesellschaft, BTB - Blockheizkraftwerks-Träger- und Betreibergesellschaft Berlin, GridLab, Technische Universität Berlin, Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg (BTU), Enertrag, Energiequelle, GASAG, EUREF Micro Smart Grid, InnoZ (Innovationszentrum für Mobilität und gesellschaftlichen Wandel GmbH) etc.

Das Innovationsfeld hat außerdem enge Bezüge zu allen anderen im Masterplan aufgezeigten Anwendungsfeldern.

Weitere, hier nicht näher beschriebene Innovationsfelder im Anwendungsfeld industrielle Prozesse sind:

- Innovationsfeld Energieeffizienz in industriellen Prozessen 4.0
- Innovationsfeld Nutzung Prozessabwärme
- Innovationsfeld Erhöhung der Systemeffizienz durch intelligente MSR-Technik (i. V. m. dem Anwendungsfeld Gebäude, Quartiere und Industriearale sowie Energieinfrastruktur für Mobilität)
- Innovationsfeld innovative Geschäftsmodelle KWK/KWKK (i. V. m. dem Anwendungsfeld Gebäude, Quartiere und Industriearale)
- Innovationsfeld energetische Abfall- und Klärschlammverwertung (i. V. m. dem Anwendungsfeld Energieerzeugung)
- Innovationsfeld Recycling/2nd Life von ET-Komponenten (i. V. m. dem Anwendungsfeld Energieerzeugung)
- Innovationsfeld EE-Anlagen zur Eigenbedarfsdeckung (i. V. m. dem Anwendungsfeld Gebäude, Quartiere und Industriearale)
- Innovationsfeld Wärmespeicher als Zwischenspeicher zur Flexibilisierung von Kraftwerken (i. V. m. dem Anwendungsfeld Energieerzeugung)

## 5.4 Anwendungs-/Wertschöpfungsfeld intelligente Gebäude, Quartiere und Industriearale

Die Bereitstellung von Energien für Gebäude, Quartiere und Industriearale bietet ein breites Anwendungsfeld, insbesondere in urbanen Räumen, wo eine Vielzahl von Wohn- und Büroeinheiten zu betreiben ist. Hier sind neben der reinen Versorgung mit Strom, Wärme und IKT-Diensten auch weitere Leistungen denkbar, die aus Sicht des Nutzers konkrete Bedarfe abdecken können, beispielsweise in den Bereichen Komfort/Service, Sicherheit, Pflege und Gesundheit, Nachbarschaftshilfe u. v. m..

Exemplarisch seien die folgenden Innovationsfelder beschrieben.

### Innovationsfeld Power-to-Heat – P2H

Power-to-Heat (P2H) nutzt Strom, um Wärme zu erzeugen. Dazu kommen sowohl Elektroheizungen als auch Wärmepumpen zum Einsatz. Die Verbindung des Stromsektors mit dem Wärmesektor ermöglicht den Ersatz fossiler Energieträger durch erneuerbare Energien.

Insbesondere bei starker Einspeisung erneuerbarer Energien in das Stromnetz lohnt sich die Gewinnung von Wärme aus Strom. P2H reduziert so Stromüberangebote und trägt zur Schaffung von Flexibilität bei. P2H-Anlagen sind Hybridsysteme, die bei Stromengpässen auch auf konventionelle Heizsysteme zurückgreifen. Die Wärme wird in Nah- oder Fernwärmenetze eingespeist.

In der Region sind mehrere großtechnische Power-to-Heat-Anlagen installiert worden. Dazu gehören beispielsweise die Anlagen der Blockheizkraftwerks- Träger- und Betreibergesellschaft mbH Berlin (BTB – 5 MW) und das Fernheizwerk Neukölln (FHW Neukölln – 10 MW) oder von ENRO Ludwigsfelde Energie GmbH in Brandenburg. In der Region sind zahlreiche große Fernwärmenetze vorhanden, insbesondere Berlin verfügt als Hauptstadt über das größte Fernwärmenetz Westeuropas.

Die Stadtwerke Henningsdorf beschäftigen sich außerdem im Rahmen des im Dezember 2016 gestarteten WindNODE Projektes mit P2H. Das Projekt der Stadtwerke fokussiert sich auf P2H-Anwendungen für Industrieabwärme und in der Fernwärmeversorgung zur Lastflexibilisierung im Stromnetz. Ziel ist die Einbindung lastflexibler industrieller Abwärme in ein kommunales Wärmenetz. Ein Großwärmespeicher (5.000 m<sup>3</sup>) und eine P2H-Anlage (10 MW) sollen die Industrieabwärme zu einer verlässlichen Quelle klimafreundlicher Wärmeerzeugung aus erneuerbarem Überschussstrom verbinden. Bau und Betrieb werden in einem Projektschaufenster transparent dargestellt.

Ein besonderes Beispiel für Innovationspotenziale bildet die beschriebene Verbindung von P2H mit Wärmespeichern. Die Schaffung regionaler Flexibilitätsoptionen kann einen wichtigen Beitrag für die Energiewende in der Region leisten.

### **Innovationsfeld – Erneuerbare-Energien-Anlagen zur Eigenbedarfsdeckung**

Sowohl in Quartieren, Industriekomplexen als auch Gewerbegebieten werden verstärkt Erneuerbare-Energien-Anlagen zur Eigenbedarfsdeckung eingesetzt. Darunter sind sowohl die autarken als auch die netzgebundenen Lösungen mit hohem Eigenversorgungsanteil zu verstehen. Bereits heute befinden sich Wärmepumpen und/oder Speicher in Kombination mit Photovoltaik(PV)-Anlagen im Einsatz. Aber auch Solarthermieanlagen mit (Wärme-)Speicher oder Biomassekessel in Kombination mit einer KWK-/KWKK-Anlage sind verbreitet. Darüber hinaus erfolgt die Fernwärmeversorgung verstärkt durch Erneuerbare-Energien-Anlagen.

Eine autarke oder nahezu vollständige Eigenbedarfsversorgung, die dezentral erfolgt, ist nach wie vor ein Thema mit hoher Innovationskraft, wie beispielsweise das energieautarke Dorf Feldheim oder das Berliner Unternehmen Florida Eis belegen. Unterstützt wird diese Entwicklung auch durch die veränderte Energieversorgungsstruktur: Mittlerweile engagieren sich neben den klassischen Energieversorgern, wie Stadtwerken, immer mehr Privatpersonen, Unternehmen und Genossenschaften.

Bereits heute sind mehr als 1,5 Millionen EEG-förderfähige Anlagen in Deutschland im Einsatz, davon über 40.000 in Berlin und Brandenburg (Stand 2015).

Das Fernwärmenetz in Kombination mit Erneuerbare-Energien-Anlagen sowie der Abwärme aus Industriebetrieben, großen Speichern und einem gut ausgebauten Leitungsnetz zu betreiben, ist bspw. bei den Stadtwerken Hennigsdorf geplant. Hierbei soll das Fernwärmenetz in mehreren Stufen multifunktional ausgebaut und so der Anteil der erneuerbaren Energien weiter erhöht werden.

### **Innovationsfeld Micro Smart Grids**

Unter einem Micro Smart Grid (MSG) versteht man ein lokales bzw. räumlich abgegrenztes intelligentes Stromnetz. Durch die Verknüpfung der Verbraucher, Energiequellen und Speicher wird es zu einem „smarten“ System. Es besteht aus steuerbaren und nicht steuerbaren elektrischen und thermischen Lasten sowie dezentralen, bevorzugt mit regenerativen Rohstoffen betriebenen Energieerzeugungsanlagen und Speichern in Form von Großbatterien, aber auch Elektroautos.

In Verbindung mit MSG ist bisher v. a. die Rede von Stromnetzen, jedoch sind Erzeugung, Bereitstellung und Verbrauch von Wärme hierbei nicht ausgeschlossen. Das Ziel von MSG ist die ökologisch und ökonomisch optimale Angleichung der schwankenden, vor Ort erzeugten regenerativen Energien an den aktuellen Verbrauch im System. Auch wenn MSG an das öffentliche Versorgungsnetz angeschlossen sind, wird ein möglichst hoher Grad an Selbstversorgung verfolgt. Entsprechend sind MSG auch darauf ausgelegt, sich während Blackouts autark weiterzuversorgen.

Um eine optimale Balance zwischen Last und Erzeugung zu gewährleisten, ist die Durchführung komplexer Steuerungs- und Regelungsprozesse erforderlich. Hierfür ist die Leitwarte des MSG, die alle Energieflüsse überblickt, zuständig. Durch ihre kontinuierliche Beobachtung können zudem energetische Einsparpotenziale aufgezeigt werden. MSG sind geprägt durch einen modularen und skalierbaren Aufbau: Unterschiedliche Erzeugungsquellen, Speicherformen und Verbraucher können miteinander kombiniert und ergänzt werden. Zudem ermöglicht das „abgegrenzte“ System, den Nutzern maßgeschneiderte Energiemanagementdienstleistungen genauso wie Beteiligungskonzepte anzubieten.

Im urbanen Kontext eignen sich v. a. die Viertel, Wohnquartiere und gewerblichen/industriellen Areale der Hauptstadtregion für den Aufbau von MSG. So wurde auf dem EUREF-Campus in Berlin-Schöneberg zwischen 2011 und 2016 eines der ersten MSG in Deutschland realisiert. Bestandteile des Systems sind Kleinwind-, Photovoltaikanlagen und ein Blockheizkraftwerk mit einer Gesamtleistung von 130 kW elektrisch und 50 kW thermisch, außerdem zwei Großbatterien mit knapp 230 kWh Speicherkapazität sowie 36 Ladestationen für Elektrofahrzeuge. Das EUREF-MSG gilt auch überregional als Referenzprojekt für den Aufbau intelligenter Mikrostromnetze.

Am Bahnhof Südkreuz in Berlin wurde zudem ein MSG durch das Projekt „Intelligente Mobilitätsstation Südkreuz“ im Rahmen des Internationalen Schaufensters Elektromobilität Berlin-Brandenburg realisiert. Ein weiteres Vorzeigeprojekt stellt das MSG auf dem Campus der BTU Cottbus-Senftenberg in Brandenburg dar. Neben der Erprobung der Netzintegration von erneuerbaren Energien und Elektromobilität dient es der Erarbeitung eines Konzepts zur Nutzung des in Brandenburg überschüssig erzeugten Stroms in der Hauptstadtregion. In Brandenburg eignen sich zudem besonders ländliche Gebiete für den Aufbau von MSG, wo Windkraftanlagen auch im Rahmen von Bürgerbeteiligungsmodellen betrieben werden. Genauso bieten industrielle Areale in Brandenburg Potenzial für abgegrenzte intelligente Stromnetze.

In Berlin-Brandenburg ist bereits eine Vielzahl an wissenschaftlichen Einrichtungen und Unternehmen angesiedelt, die im Bereich Forschung und Entwicklung, Aufbau und Betrieb von Micro Smart Grids sowie Beratung aktiv sind, wie

z. B. das InnoZ (Innovationszentrum für Mobilität und gesellschaftlichen Wandel GmbH), TU Berlin (DAI-Labor- Distributed Artificial Intelligence Laboratory - SENSE), TU-Campus EUREF, Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg (BTU), Schneider Electric, inno2grid, Reiner Lemoine Institut, NBB Netzgesellschaft Berlin-Brandenburg, DB Energie, Stromnetz Berlin, GASAG. Weitere, hier nicht näher beschriebene Innovationsfelder im Anwendungsfeld Gebäude, Quartiere und Industrieareale sind:

- Innovationsfeld Niedertemperaturwärmenutzung
- Innovationsfeld innovative Gebäude- und Fassadentechnik
- Innovationsfeld Smart Home Solutions (i. V. m. dem Anwendungsfeld Energieinfrastruktur für Mobilität)
- Innovationsfeld Erhöhung der Systemeffizienz durch Intelligente MSR-Technik (i. V. m. den Anwendungsfeldern industrielle Prozesse sowie Energieinfrastruktur für Mobilität)
- Innovationsfeld innovative Geschäftsmodelle KWK/KWKK (i. V. m. dem Anwendungsfeld industrielle Prozesse)
- Innovationsfeld Sektorenkopplung für die Mobilität: Power2X, Power2Fuels, Vehicle to Grid (i. V. m. dem Anwendungsfeld Energieinfrastruktur für Mobilität)
- Innovationsfeld Ladeinfrastruktur, Bidirektionales, erzeugungs- und netzdienliches Laden (i. V. m. dem Anwendungsfeld Energieinfrastruktur für Mobilität)
- Innovationsfeld Sektorenkopplung zur Netzstabilität und Gesamtsystemeffizienzerhöhung durch Speicher (i. V. m. den Anwendungsfeldern Energieerzeugung, industrielle Prozesse sowie Energieinfrastruktur für Mobilität)

## 5.5 Anwendungs-/Wertschöpfungsfeld Energieinfrastruktur für Mobilität

Energie wird in hohem Maße für Mobilitätsanwendungen genutzt. Hier hat die Bundesregierung anspruchsvolle Ziele gesetzt. So soll bis zum Jahr 2020 der Anteil erneuerbarer Energien im Verkehrsbereich 10 % ausmachen.<sup>38,39</sup> Potenzial bietet eine weitere Elektrifizierung der Fahrzeuge. Hier ist der Markt für die Elektromobilität noch weiter zu entwickeln. Ein Engpass besteht in der noch zu geringen Verbreitung der Ladeinfrastruktur. Darüber hinaus lassen sich auch EE-Treibstoffe in (konventionellen) Fahrzeugen, z. B. in Form von Wasserstoff oder Methan (CNG), verwenden.

Der Themenbereich der intelligenten und nachhaltigen Mobilität, der schwerpunktmäßig durch die Cluster Verkehr, Mobilität und Logistik (VML) und Energietechnik Berlin-Brandenburg, das Brandenburger Tourismuscluster sowie die Berliner Agentur für Elektromobilität eMO und eine künftig aufseiten der Wirtschaftsförderung Land Brandenburg (WFBB) zur Verfügung stehende Anlauf- und Koordinierungsstelle Elektromobilität/AKeMo betreut wird, hat in der Bereitstellung erneuerbarer Energien einen starken Berührungspunkt zur Energietechnik. Eine mögliche Systemschnittstelle zwischen den Clustern VML und Energietechnik besteht zwischen Ladesäule und Fahrzeug und der gegenseitigen Kommunikation, aber bereits bei der Batterie- und Systemtechnik, dem Energie- und Lademanagement sowie der IKT-Basis in der Fahrzeugtechnik gibt es starke Interdependenzen.

Exemplarisch seien die folgenden Innovationsfelder beschrieben.

### Innovationsfeld Sektorenkopplung für die Mobilität: Power2X, Power2Fuels, Vehicle2grid

Unter Sektorenkopplung wird die gemeinsame Betrachtung und Vernetzung der bisher weitgehend unabhängig voneinander betrachteten Sektoren der Energiewirtschaft (Elektrizität, Wärme, Erdgas und Verkehr) verstanden, die gekoppelt, also gemeinsam optimiert werden sollen.

Power2X bezeichnet verschiedene Technologien zur Speicherung bzw. anderweitigen Nutzung von Stromüberschüssen in Zeiten eines Überangebotes an erneuerbaren Energien. Daraus kann Wasserstoff für Brennstoffzellenfahrzeuge und im weiteren Schritt Methan für Erdgasfahrzeuge erzeugt werden. Dafür ist die Umrüstung der bereits vorhandenen Erdgasfahrzeuge (in Deutschland knapp 100.000) nicht erforderlich.

Bei der sogenannten Power2Fuels(P2F)-Technologie handelt es sich um ein Verfahren zur Erzeugung synthetischer Kraftstoffe (etwa Methanol, Benzin) aus CO<sub>2</sub>, welches in Industrieanlagen und/oder in Kraftwerken entsteht.

Unter Vehicle to Grid (V2G – Fahrzeug ans Netz) bzw. Fahrzeugeinspeisung versteht man ein Konzept zur Speicherung und Abgabe elektrischen Stroms aus dem öffentlichen Stromnetz in Elektro- und Hybridautos. Im Unterschied zu reinen E-Autos können die Fahrzeuge dabei nicht nur elektrische Energie aus dem Netz entnehmen, sondern auch bedarfsgerecht wieder einspeisen (sog. bidirektionales oder auch netzdienliches Laden und Rückspeisen).

<sup>38</sup> BMWi, Fünfter Monitoring-Bericht zur Energiewende – Die Energie der Zukunft, Berichtsjahr 2015. Derzeit (Stand 2015) werden 5,2 % der für Verkehrsleistungen aufgewendeten Energien aus erneuerbaren Quellen gespeist.

<sup>39</sup> <http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Recht-Politik/Erneuerbare-Energien-Im-Verkehrssektor/erneuerbare-energien-verkehrssektor.html>, Abruf 30.3.2017.

Brandenburgs hoher Anteil an Energieerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen sowie das noch unausgeschöpfte Potenzial können einen wesentlichen Beitrag zur Energiewende im Verkehrssektor leisten, insbesondere für die E-Mobilität im urbanen Raum der Hauptstadtregion. Das vorhandene Gasnetz hat ebenfalls das Potenzial, ausreichende Mengen an Wasserstoff oder synthetisches Erdgas aufzunehmen, um ihn oder es neben der Energie auch der Verkehrswirtschaft zuzuführen.

Dies erfordert den flächendeckenden Aufbau und die Entwicklung entsprechender infrastruktureller Lösungen zur Speicherung, Distribution und Nutzung der Überschüsse an erneuerbarem Strom. Im Zeitraum von 2011 bis zum Jahr 2014 gelang der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus-Senftenberg (BTU) mit dem Projekt e-SolCar erstmalig die bundesweite Innovation, die Energierückspeicherung aus der Fahrzeugbatterie ins Netz zu realisieren.

Im Projektansatz Smart Capital Region des gemeinsamen Schaufensters Elektromobilität Berlin-Brandenburg hat die Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg (BTU), gefördert durch die Landesregierung Brandenburg, entsprechende systemtechnische „Blaupausen“ zum Aufbau eines regionalen Smart Grid mit entsprechenden Technologien erstellt. Eine Fortführung der erfolgreich entwickelten Ansätze in einem landesweiten Flächenverbund in Brandenburg ist derzeit in Realisierung.

Auch die Infrastruktur des Micro Smart Grid auf dem EU-REF-Campus in Berlin-Schöneberg (siehe Innovationsthema Micro Smart Grids) ermöglicht das gesteuerte Laden von Elektrofahrzeugen mit überschüssigem erneuerbarem Strom sowie V2G.

2014 erfolgte zudem die Einweihung der sogenannten Multi-Energie-Tankstelle H2BER am Flughafen BER zur Erzeugung und Nutzung von Wasserstoff unter Federführung der Firmen Total, Enertrag und Linde.

Der Schwerpunkt der entsprechenden Innovationspotenziale könnte auf der Optimierung der bisherigen Pilotprojekte und ihrer Entwicklung zur Marktreife liegen. Insbesondere das technologische Konzept V2G steckt – bis auf kleinere Versuchsanlagen und Projekte – noch in einer sehr frühen Entwicklungsphase.

#### **Innovationsfeld Ladeinfrastruktur, bidirektionales, erzeugungs- und netzdienliches Laden**

Das Innovationsfeld hat eine wichtige Bedeutung, um potenzielle verfügbare Elektrizität aus der Elektromobilität stromnetzdienlich nutzen zu können. Insbesondere das Laden von Straßen- und Schienenverkehrsmitteln bietet das Potenzial, genau dann Energie abzunehmen, wenn sie auf der Angebotsseite im Überfluss zur Verfügung steht, bzw. nicht zu laden, um Spitzenlasten zu reduzieren.

Eine besondere Rolle spielen diese Maßnahmen zum netzdienlichen Laden, wenn das Fahrzeug länger als für das eigentliche Laden notwendig an die Ladeinfrastruktur angeschlossen ist. Darüber hinaus können gezielte und koordinierte Rückspeisungen aus Batterien in das Netz einen Beitrag zu positiver Regelenergie leisten (bidirektionales Laden). Allerdings setzt das aktuelle Kundenverhalten dem bidirektionalen Laden Grenzen, da es derzeit noch wenig gesicherte Erkenntnisse über den Einfluss des Mikroladens- und -entladens auf die Lebensdauer der Batterie gibt.

Ein Zwischenweg besteht in der Integration von Batteriespeichern in die Ladeinfrastruktur selbst. Beim parallelen Laden mehrerer Fahrzeuge werden Spitzenlasten abgepuffert. Bei einem auftretenden Nachfragebedarf im Netz stünde dieser Zwischenspeicher als positive Regelenergie zur Verfügung. Voraussetzung für die Nutzung des netzdienlichen bzw. bidirektionalen Ladens ist ein leistungsfähiges Netzmanagement, das die steuerbaren Lasten bedarfsgerecht anspricht.

Der Ausbau der Elektromobilität erfordert eine flächendeckende Ladeinfrastruktur.

Ein wichtiger Ansatzpunkt ist die bedarfsgerechte Auswahl von Standorten für Ladepunkte. Die netzverträgliche Installation und die Verbindung der Ladeinfrastruktur mit den Anschlusspunkten sind zu beachten. Einen Beitrag können

zudem die Standardisierung von Strom- und Steckersystemen, die Einbeziehung von Mikromobilen und elektrischen Leichtfahrzeugen sowie Konzepte zu variablen Abrechnungsmodellen und zum bidirektionalen Laden leisten.

Die Hauptstadtregion hat sich im „Aktionsprogramm Elektromobilität 2020“ das Ziel gesetzt, sich in den nächsten Jahren zu einem international anerkannten Vorbild der Elektromobilität zu entwickeln.

In Berlin und Brandenburg profitiert das Thema von Pilotprojekten sowie engagierten Akteuren aus Wirtschaft und Wissenschaft. Ein wichtiger Fokus liegt in der verbesserten Integration der Elektromobilität insbesondere in den Städten, dem öffentlichen Personennahverkehr ÖPNV, dem Tourismus und der Logistik. Elektromobilität integriert sich in die Smart-City-Konzepte und zunehmend auch in den ländlichen Raum.

Im Rahmen des Projekts Smart Capital Region wird ein Konzept zur Nutzung der regenerativen Überschüsse in Berlin und in anderen Ballungszentren Brandenburgs entwickelt. Auch ein gesteuertes Fahrzeugladen wird aufgrund der erfolgreichen Forschung im Vorgängerprojekt e-SolCar der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus-Senftenberg (BTU) möglich und wird in das Konzept einbezogen.

Besondere Innovationspotenziale werden bei folgenden Technologien vermutet:

- Akkuwechselsysteme in Ergänzung zu Ladesäulen (insbesondere für Leichtfahrzeuge)
- berührungsloses/induktives netzdienliches und bidirektionales Laden
- Ladeinfrastruktur für gemischte Nutzung Individualverkehr und öffentlicher Personennahverkehr ÖPNV sowie Kombination mit Pufferspeichern
- Einsatz ladeinfrastrukturintegrierter Batteriespeicher
- Intelligente Straßenlaternen
- Blockchain-Technologie

Generell sind die Auswirkungen eines erweiterten Anwendungsszenarios der Elektromobilität in enger Kooperation mit den Akteuren aus dem Cluster Verkehr, Mobilität und Logistik (VML), dem Cluster Energietechnik sowie der Elektromobilitätsagentur eMO systematisch zu untersuchen und Engpässe in der Infrastruktur zu identifizieren. Dabei ist das Potenzial intelligenter Netzsteuerung, z. B. simulativ in einem modellierten Netz bzw. in Pilot- und Feldversuchen, auszuloten.

Weitere, hier nicht näher beschriebene Innovationsfelder im Anwendungsfeld Energieinfrastruktur für Mobilität sind:

- Innovationsfeld **Netz- und Speicherschnittstellen**
- Innovationsfeld **Sektorenkopplung zur Netzstabilität und Gesamtsystemeffizienzerhöhung durch Speicher** (i. V. m. den Anwendungsfeldern Energieerzeugung, industrielle Prozesse sowie Gebäude, Quartiere und Industrieareale)
- Innovationsfeld **Smart Home Solutions** (i. V. m. dem Anwendungsfeld Gebäude, Quartiere und Industrieareale)
- Innovationsfeld **Erhöhung der Systemeffizienz durch intelligente MSR-Technik** (i. V. m. dem Anwendungsfeld industrielle Prozesse sowie Gebäude, Quartiere und Industrieareale)

## Integrativthemen

Integrativthemen sind Aufgabenstellungen und Herausforderungen von besonderer, übergreifender Wirkung für die Wirtschaft und Wissenschaft in der Region und daher für die Wettbewerbsfähigkeit der Länder Berlin und Brandenburg von zentraler Bedeutung. Als solche wurden bereits in der Gemeinsamen Innovationsstrategie der Länder Berlin und Brandenburg (innoBB) die Themen Fachkräftesicherung und Internationalisierung ausgemacht. Für das Cluster Energietechnik als innovatives, technologieorientiertes Wirtschafts- und Wissenschaftsnetzwerk gilt dies umso mehr. Mit Blick auf die zukünftigen Herausforderungen, die sich aus globalen Entwicklungen wie der Energiewende, der Digitalisierung der Wirtschaft und der Verschmelzung der Sektoren Energie, IKT und Mobilität ergeben, nimmt die Bedeutung von Fachkräften und der Internationalisierung für die Clusterakteure weiter zu.

Der Beteiligungsprozess für die Fortschreibung des Masterplans hat dies durch die Beiträge der Clusterakteure bestätigt. Fachkräfte sind für alle Technologiefelder von herausragender Bedeutung. Es sind letztlich deren Wissen und Kompetenzen, die dazu führen, dass Ideen entstehen, Technologien entwickelt und Anwendungen an den Markt gebracht werden. Durch Internationalisierung in Gestalt von Kooperationen, Projekten und Geschäften sorgen diese Technologien und Anwendungen für einen Ausbau der Wettbewerbsfähigkeit in internationalen Wachstumsmärkten und fördern so die Sichtbarkeit und Position der Energiewirtschaft Berlins und Brandenburgs.

Beiden Integrativthemen wird das Cluster in seinem Masterplan gerecht, indem sie als integraler Bestandteil der Innovationsfelder behandelt werden. Die Realisierung der Innovationen und der ihr zugrunde liegenden Technologien kann nur schwerlich gelingen, wenn nicht gleichzeitig die benötigten Fachkräfte mit den richtigen Kompetenzen verfügbar sind. Gleichzeitig wird die Realisierung erschwert, wenn die Innovationen nicht im internationalen Kontext gesehen werden.

### 6.1 Fachkräftesicherung

Fachkräfte sind und werden, gleich den Unternehmen, in Zukunft noch viel mehr vor die Herausforderung gestellt, sich an die Anforderungen in einem sich verändernden technologischen Umfeld anzupassen. Als ein vornehmliches Beispiel sei hier der mannigfaltige Einfluss der Digitalisierung auf allen Ebenen der Wertschöpfungsketten respektive des Wertschöpfungsnetzes und in nahezu jedem Prozessschritt genannt. Der fachlichen Qualifikation als Basisanforderung stehen zunehmend neue, technologie- und systemübergreifende Kompetenzbedarfe gegenüber, denen eine Fachkraft als „Wissens- und Kompetenzspeicher“, aber auch ein Unternehmen als „Wissens- und Kompetenznachfrager“ gewahr, gewiss und gerecht werden muss. Durch die zunehmende Digitalisierung aller Industriebereiche sind einerseits im wesentlich stärkeren Maße als zuvor IT-affine Fachkräfte im Bereich der Energietechnik gefragt. Andererseits dürften die negativen Auswirkungen des demografischen Wandels die Verfügbarkeit von Fachkräften in allen Bereichen der Energietechnik bereits in naher Zukunft nachhaltig negativ beeinflussen.

Aus diesem Grund stellt das Cluster – ergänzend zu den Angeboten der Wirtschaftsförderer der beiden Länder – einzelne Angebote zu diesen Integrativthemen für die Clusterakteure bereit und unterstützt im Bereich Fachkräftesicherung beispielsweise mit Informationen, Konzeptideen, Projekten, Formaten, Instrumenten sowie mit Kontakten zu relevanten Partnern auf regionaler Ebene.

Ein Beispiel für die bereits funktionierende Zusammenarbeit ist das Leitprojekt „Weiterbildungssystem Energietechnik“<sup>40</sup>, das mit dem Ziel angetreten ist, die flächendeckende Einführung eines modularisierten Weiterbildungssystems mit anerkannten Zusatzqualifizierungen für neue „Berufsbilder“ der Energiebranche zu befördern.

<sup>40</sup> Online unter: <http://www.weiterbildungssystem-energietechnik.de>.

## 6.2 Internationalisierung

Ein wichtiges Ziel der Arbeit des Clustermanagements ist es, eine steigende Anzahl von Clusterakteuren (insb. kleinere und mittlere Unternehmen – KMU) beim Aufbau grenzüberschreitender, v. a. europäischer Innovationskooperationen zu unterstützen. Das Integrativthema Internationalisierung ist deshalb im Cluster Energietechnik von hoher Bedeutung angesichts international zunehmend vernetzter Strommärkte und -netze, des weltweit steigenden Energiebedarfs, des aufgrund der Energiewende wirtschaftlichen Strukturwandels einzelner Regionen sowie der Exportorientierung vieler Berlin-Brandenburger Firmen.

Ebenso ist die wissenschaftliche Kompetenz der Hochschulen und Forschungseinrichtungen weit über die Region hinaus gefragt – für Technologietransfer und für internationale Innovationskooperationen zwischen der Wirtschaft und der Wissenschaft. Mit der vom Land Brandenburg, von der Industrie- und Handelskammer Cottbus, der Wirtschaftsförderung Land Brandenburg und dem Cluster unterstützten Initiative MinGenTec (Mining & Generation Technology – Made in Germany) beispielsweise sollen synergetisch innovative und internationale Potenziale der Akteure in der Region Lausitz gehoben werden, um den Strukturwandel positiv zu unterstützen.

Für die Umsetzung von Internationalisierungsvorhaben stehen den Clusterakteuren einerseits die Angebote der beiden Wirtschaftsförderer der Länder, Berlin Partner für

Wirtschaft und Technologie GmbH und Wirtschaftsförderung Land Brandenburg GmbH, zur Verfügung. Den Akteuren im Cluster Energietechnik bieten sie Instrumente der Außenwirtschaftsförderung an, wie zum Beispiel Einzelberatungen, Kooperationsbörsen, Messestände und Unternehmensreisen.

Zum anderen werden insbesondere über das Enterprise Europe Network (EEN) Berlin-Brandenburg und über das Projekt „CLINT-INNO - Cluster-Internationalisierung im Rahmen der Innovationsstrategie Berlin-Brandenburg (InnoBB)“ neuartige, netzwerkbetonte Instrumente umgesetzt, wie zum Beispiel die Vermittlung von europaweiten Kooperationspartnern oder die Orientierungsberatung bei der Antragstellung zu EU-Förderprogrammen.

Clustermanagement und CLINT nutzen die Vernetzung mit anderen Clustern europaweit und zum Teil auch international, um gemeinsame Innovationsvorhaben und Verbundprojekte voranzutreiben. Aus Cluster-zu-Cluster-Kooperationen sollen konkrete internationale Innovationsprojekte entstehen. Hier sind im Schnittfeld von Themen und Regionen Aufgabenstellungen der Internationalisierung herauszuarbeiten. In der Vergangenheit sind so auch Verbundprojekte mit internationaler Sichtbarkeit, wie z. B. „WindNODE“ und „ENavi“, entstanden.

## Fazit/Ausblick

Der heutige Stand des Masterplans ist ein Resultat aus einem bi- und multilateralen Austausch zwischen den Akteuren aus Wirtschaft und Wissenschaft sowie dem Clustermanagement. Der Masterplan bietet im Kontext mit weiteren strategischen Dokumenten der jeweiligen Landeseinrichtungen zum Thema Energie eine Orientierung für zukünftige avisierte Schaufensterprojekte, um deren Innovationsrelevanz einordnen und einschätzen zu können. Zur **Stimulierung von Entwicklungs- und Innovationsprojekten** kann das Clustermanagement auf dieser Basis wichtige Impulse und Anregungen geben.

Der Masterplan ist als **dynamisches Dokument** angelegt, das kurz- bis langfristige Innovationsfelder und mittel- bis langfristige Technologiefelder enthält und in unterschiedlicher Tiefe beschreibt. Ein begleitendes fortwährendes **Themen- und Technologiescouting** sowie ein regelmäßiges Aktualisieren sind notwendige Aufgaben, um dieses Dokument lebendig zu halten, d. h. die Inhalte und Zuordnungen zeitnah nachzuführen.

Für die Weiterführung des partizipativen Prozesses werden die **Instrumente des Clustermanagements** eingesetzt und weiterentwickelt. Dazu zählen u. a. die Clusterveranstaltungen, technologiebezogene Cluster-Expertenkreise,

Service- (Fördermittelberatung) und Informationsangebote des Clustermanagements sowie das Ergebnis- und Wirkungsmonitoring (EWM) der Gemeinsamen Innovationsstrategie der Länder Berlin und Brandenburg (innoBB).

Insbesondere durch die **Digitalisierung** sowie die **Integrationsthemen** Fachkräftesicherung und Internationalisierung werden fortlaufende Veränderungen erwartet, die den Masterplan künftig maßgeblich beeinflussen können. Die daraus erwachsenden Potenziale können durch die regelmäßige Aktualisierung des Masterplans sichtbar gemacht werden.

Der Masterplan bildet den Rahmen für die **Operationalisierung der Aktivitäten** im Cluster, die in diesem Dokument nicht inhärent und in aller Detailtiefe aufgeführt werden. Für die Konkretisierung bestimmter Maßnahmen und Projekte dient der Masterplan als Orientierung.

## Anhang

Zahlreiche Maßnahmen aus dem Berliner Energie- und Klimaschutzprogramm 2030 (BEK 2030) und der Brandenburger Energiestrategie 2030 können thematisch den Innovationsthemen der Systemmatrix des Masterplans (siehe S. 16) zugeordnet werden. Das zeigt Interdependenzen auf, die jedoch nicht als Abhängigkeiten verstanden

werden dürfen. Die thematische Nähe ist vor allem deshalb positiv zu bewerten, da die Analyse der Innovationsthemen im Masterplan unabhängig von den beiden Strategiepapieren der Länder erfolgt ist. Nachfolgende Tabelle zeigt die Zuordnungsmöglichkeiten auf:

Innovationsthemen des Masterplans	Maßnahmen BEK 2030	Energiestrategie Brandenburg 2030 (Katalog der strategischen Maßnahmen)
Innovative Materialien für die Energieversorgung	E-28 - Förderung urbaner Energiewendinnovationen	
Smarte Anschluss- und Regelungstechnik		
Virtuelle Kraftwerke	E-21 - Smarte Tarife und Vergütungen – Förderung virtueller Kraftwerke	4.II.B - Unterstützung der Versorgungssicherheit bei wachsenden Anteilen erneuerbarer Energien mittels flexibler Strom- und/oder Wärmeerzeugungsanlagen
Digitale Sicherheit/Resilienzerhöhung der Energienetze	E-29 - 10 % „Not“-Stromversorgung für systemrelevante Einrichtungen	5.II.C - Flexibilisierung des Stromsystems und Verbesserung der Netz- und Systemsicherheit
Mikro- und Kleingasturbinen	E-1 - Fossilen Reststrom CO <sub>2</sub> -effizient erzeugen	
Energetische Abfall- und Klärschlammverwertung	E-10 - Steigerung und Optimierung der Bioabfallverwertung E-18 - Optimierung der energetischen Abfall- und Klärschlammverwertung	
Recycling/2nd Life von ET-Komponenten		
Wärmespeicher als Zwischenspeicher zur Flexibilisierung von Kraftwerken	E-16 - Pilot- und Demonstrationsvorhaben: Langzeitwärmespeicher im FW-Netz	5.II.B - Unterstützung großtechnischer Energiespeicherprojekte mit Demonstrations- und Multiplikationscharakter in Brandenburg

<sup>41</sup> Dieses Innovationsfeld beinhaltet auch die Themen Verbund- und Regionalkraftwerk.

Sektorenkopplung zur Netzstabilisierung und Gesamtsystemeffizienzerhöhung durch Speicher	<p>E-13 - Verdichtung und Erweiterung der Wärmenetze</p> <p>E-15 - P2H für Wärmenetze weiterentwickeln</p> <p>E-17 - Baugrundstücke für Wärmespeicher und P2G bestimmen/vorhalten</p> <p>E-22 - Pilot- und Demovorhaben – smarte Wärmeabnahme aus Wärmenetzen</p> <p>E-23 - Förderung von Stromspeichern</p> <p>E-26 - Vereinfachungen im Regelmarktzugang</p>	<p>5.II.A - Unterstützung von „Power to X“- und Sektorenkopplungsmaßnahmen</p> <p>5.II.B - Unterstützung großtechnischer Energiespeicherprojekte mit Demonstrations- und Multiplikationscharakter in Brandenburg</p> <p>5.II.C - Flexibilisierung des Stromsystems und Verbesserung der Netz- und Systemsicherheit</p>
Lastmanagement	E-23 - Förderung von Stromspeichern	<p>4.II.B - Unterstützung der Versorgungssicherheit bei wachsenden Anteilen erneuerbarer Energien mittels flexibler Strom- und/oder Wärmeerzeugungsanlagen</p> <p>5.II.B - Unterstützung von großtechnischen Energiespeicherprojekten mit Demonstrations- und Multiplikationscharakter in Brandenburg</p> <p>5.II.C - Flexibilisierung des Stromsystems und Verbesserung der Netz- und Systemsicherheit</p>
Energieeffizienz in industriellen Prozessen 4.0		2.III.A - Unternehmensqualifizierung für effiziente Energienutzung
Nutzung Prozessabwärme		
EE-Anlagen zur Eigenbedarfsdeckung	<p>E-4 - solare Potenziale heben, Masterplan „Solarcity“</p> <p>E-7 - Bürgerbeteiligung am EE-Ausbau ermöglichen</p> <p>E-19 - EE-Durchleitung im smarten Verteilnetz begünstigen</p> <p>E-25 - Vereinfachungen für Kleinstprosumer in Stromnetzen</p>	<p>3.II.C - Informationsbereitstellung zu kommunalen Beteiligungsmodellen für Windenergieanlagen</p> <p>3.II D - Erarbeitung und Unterstützung finanzieller Bürgerbeteiligungsmodelle für Windenergieanlagen</p> <p>3.III.A - Verfügbarkeitsanalyse von Flächen für Photovoltaikfreiflächenanlagen in Brandenburg</p> <p>3.IV.A - Verstärkte Nutzung der Wasserkraftpotenziale in Brandenburg</p>
Innovative Geschäftsmodelle KWK/KWKK	E-2 - Flexibilisierung der KWK-Förderung	4.II.A - Unterstützung von hocheffizienten Kraft-Wärme-Kopplungsprojekten im Land Brandenburg

Erhöhung der Systemeffizienz durch intelligente MSR-Technik		2.1.A - Energetischer Umbau im Quartier 2.1.B - Unterstützung für das kommunale und regionale Energie- und Klimamanagement 2.1.C - Weiterführung der energetischen Optimierung der öffentlichen Liegenschaften im Land Brandenburg 2.II.A - Zielvereinbarungen mit den Verbänden der Wohnungswirtschaft 5.II.C - Flexibilisierung des Stromsystems und Verbesserung der Netz- und System-sicherheit
Power-to-Heat	E-15 - P2H für Wärmenetze weiterentwickeln	5.II.A - Unterstützung von „Power to X“ und Sektorenkopplung
Micro Smart Grids	E-25 - Vereinfachungen für Kleinstprosumer in Stromnetzen	2.1.A - Energetischer Umbau im Quartier
Niedertemperaturwärmenutzung	E-9 - Erleichterung der Nutzung oberflächen-naher Geothermie E-12 - Umbau zu FW-Niedertemperaturnetzen via EEWärmeG und EnEV fördern	
Innovative Gebäude- und Fassadentechnik		2.1.A - Energetischer Umbau im Quartier 2.1.B - Unterstützung für das kommunale und regionale Energie- und Klimamanagement 2.1.C - Weiterführung der energetischen Optimierung der öffentlichen Liegen-schaften im Land Brandenburg 2.II.A - Zielvereinbarungen mit den Verbänden der Wohnungswirtschaft 2.II.C - Steuerliche Förderung von energeti-schen Sanierungsmaßnahmen für selbst nutzende Eigentümer von Ein- und Zweifamilienhäusern
Sektorenkopplung für die Mobilität: Power2X, Power2Fuels, Vehicle to Grid		2.IV.B - Steigerung der Wirtschafts- und Wert-schöpfungspotenziale von energie-effizienten, alternativen Antrieben und Elektromobilität in Brandenburg 5.II.A - Unterstützung von „Power to X“ und Sektorenkopplung

Ladeinfrastruktur, Bidirektionales, erzeugungs- und netzdienliches Laden	V-13 - Flächendeckende Versorgungsmöglichkeiten mit alternativen Kraftstoffen	<p>2.IV.B - Steigerung der Wirtschafts- und Wertschöpfungspotenziale von energieeffizienten, alternativen Antrieben und Elektromobilität in Brandenburg</p> <p>2.1.D - Erarbeitung eines Konzeptes und schrittweise Umsetzung für die Nutzung alternativer Antriebe in den Fuhrparks des Landes Brandenburg</p> <p>2.IV.A - Energieeffiziente Verkehrsgestaltung</p> <p>2.IV.B - Steigerung der Wirtschafts- und Wertschöpfungspotenziale von energieeffizienten, alternativen Antrieben und Elektromobilität in Brandenburg</p>
Smart Home Solutions		
Netz- und Speicherschnittstellen		<p>2.IV.B - Steigerung der Wirtschafts- und Wertschöpfungspotenziale von energieeffizienten, alternativen Antrieben und Elektromobilität in Brandenburg</p> <p>5.1.A - Begleitung des Stromnetzausbaus und Koordination der Beteiligten</p>



Wirtschaftsförderung  
Brandenburg | **WFBB**

**Wirtschaftsförderung Land  
Brandenburg GmbH**  
Babelsberger Straße 21  
14473 Potsdam  
Tel.: +49 331 – 730 61-0  
Fax: +49 331 – 730 61-109  
cluster.energietechnik@wfb.de  
www.energietechnik-bb.de  
www.wfb.de



**Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie GmbH**  
Fasanenstraße 85  
10623 Berlin  
Tel.: +49 30 4 63 02-500  
Fax: +49 30 4 63 02-444  
info@berlin-partner.de  
www.berlin-partner.de  
Twitter: @BerlinPartner



EUROPÄISCHE UNION

Europäischer Fonds für  
Regionale Entwicklung

Gefördert aus Mitteln der Länder Berlin und  
Brandenburg und der Investitionsbank Berlin,  
kofinanziert von der Europäischen Union –  
Europäischer Fonds für Regionale Entwicklung  
(EFRE).